Digitized by Google

J. W. Ritter.

Digitized by Google

G. C. Morgan - geb. 1754.
gest. 12. Nov. 1798.

Lectures on Electricity by J. O. Morgan. Vol. I. 246 S. Vol. II. 477 S. 1794. m. 2. K.

rec. in A. L. Z. 1797. II. № 164. S. 489 – 494.

Phys. Sp. 1170.

R

Vorlesungen

über

die Elektricität

von

G. C. Morgan.

Aus dem Englischen übersetzt

und mit einigen Anmerkungen begleitet.

Mit zwey Kupfertafeln.

Leipzig,

in der Weidmannischen Buchhandlung

1798.

Digitized by Google

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Digitized by Google

Vorerinnerung des Ueberſetzers.

Gegenwärtige Schrift, welche bereits im Jahre 1794 in England erſchien, und von der ich jetzt dem Publikum eine Deutſche Ueberſetzung vorlege, zeichnet ſich vor andern ähnlichen Inhaltes gewiß vortheilhaft aus. Es iſt nähmlich dem Verfaſſer nicht genug, bloß das vorzutragen, was man bereits in ſo vielen andern Büchern über die Elektricität findet, ſondern es liegt ihm hauptſächlich daran, unſere Kenntniſſe in Hinſicht auf dieſen intereſſanten Theil der Naturlehre zu berichtigen, zu erweitern, und Andere zu fernern Nachforſchungen über dieſen Gegenſtand geſchickter zu machen und aufzumuntern. Daher er auch, mit Uebergehung aller der Verſuche, welche bloß zur Beluſtigung dienen, nur ſolche beſchreibt, die ſich mehr auf den philoſophiſchen Theil der

Elektricitätslehre beziehen, und wodurch die bisherigen mangelhaften, vielleicht bisweilen irrigen Begriffe bestimmter gemacht und berichtigt werden sollen. Hierher gehören z. B. die Versuche über den elektrischen Funken, das elektrische Licht, die leitende Kraft verschiedener Körper, u. s. f., welche gewiß sehr mannichfaltig und lehrreich sind.

Die Theorie des Verfassers, nach welcher er alle elektrischen Erscheinungen erklärt, kömmt zwar im Wesentlichen mit der Franklinischen überein, d. h. er nimmt nur ein elektrisches Fluidum an; doch weicht er auch in mehreren Punkten von dem Urheber der letztern sehr ab, besonders ist die Art, auf welche er sie auf Erklärung der elektrischen Phänomene anwendet, oft von der gewöhnlichen sehr verschieden.

In einigen Stücken wird man den Verfasser hierinnen gewiß Beyfall geben müssen, da, wie mich dünkt, dadurch manche Erklärungen elektrischer Phänomene vollständiger und der Natur des Gegenstandes angemessener werden. Allein wenn er z. B. von der Vertheilung der elektrischen Materie in leitenden Substanzen nie etwas wissen will, und alle

beym

beym Elektrophor, Condenſator, Verdoppler, u. ſ. f. vorkommenden Erſcheinungen ohne Rückſicht auf eine ſolche Vertheilung erklärt, ſo darf er ſich wenigſtens den Beyfall derer nicht verſprechen, denen es bekannt iſt, um wie viel befriedigender und natürlicher ſich dieſe und ähnliche Phänomene erklären laſſen, wenn man eine Vertheilung der urſprünglichen Elektricität leitender Körper unter gewiſſen Umſtänden annimmt.

Doch ich will dem Urtheile des Leſers nicht weiter vorgreifen. Das Bisherige wird, dünkt mich, hinreichend ſeyn, eine Ueberſetzung dieſes Werkes zu rechtfertigen, und bey mehrern den Wunſch rege zu machen, den Inhalt deſſelben näher kennen zu lernen.

Ich habe es ſchicklich gefunden, einige zerſtreute Anmerkungen beyzufügen, hauptſächlich da, wo ich mit dem Verfaſſer ohnmöglich übereinſtimmen konnte. Ich geſtehe gern, daß dieſe denen, welche bereits eine vollſtändige Kenntniß von der Elektricität als Wiſſenſchaft betrachtet beſitzen, völlig entbehrlich vorkommen müſſen. Allein da ich voraus ſetzen durfte, daß dieſes Buch nicht bloß von Kennern, ſon-

dern auch von Liebhabern der Elektricität würde gelesen werden, so schien es mir nicht zweckwidrig zu seyn, einige Ideen des Verfassers durch Beyfügung kurzer Anmerkungen deutlicher zu machen, oder auch bisweilen zu berichtigen. Sollte ich meine Absicht hierbey nicht ganz verfehlt, so wie überhaupt durch die Uebersetzung dieses Buches zur Erweiterung der Elektricitätswissenschaft etwas beygetragen haben, so würde ich mich wegen der etwa darauf verwendeten Mühe für hinlänglich belohnt halten.

Leipzig, in der Jubilatemesse, 1798.

Der Uebersetzer.

Inhalt.

Digitized by Google

Inhalt.

Einleitung. Seite 1

Erste Vorlesung.

Von der Erregung der ursprünglichen Elektricität in den Körpern überhaupt und von dem Unterschiede der positiven und negativen Elektricität. S. 1

Allgemeine Ursache der elektrischen Erscheinungen. 1
Verschiedene Wirkungen derselben. 1
Umstände, welche auf diese Wirkungen Einfluß haben. 2
Verschiedene Eigenschaften dieser Wirkungen, oder der Unterschied zwischen positiver und negativer Elektricität. 3
Methode, diese verschiedenen Elektricitäten zu bestimmen. 3
Dauer der elektrischen Wirkungen. 6
Möglichkeit, diese Wirkungen in Körpern von jeder Größe hervor zu bringen. 6
Wirkungskreis elektrisirter elektrischer Körper. 7
Gesetz des elektrischen Einflusses. 7

Zweyte Vorlesung.

Theoretische Vermuthungen über die Ursachen der elektrischen Erscheinungen, und Anwendung derselben auf Thatsachen. 8

Körperliche Beschaffenheit der Ursache der Elektricität. 9
Nothwendigkeit, daß sie einer Anziehungskraft unterworfen sey, und diese selbst nach Erforderniß äußern könne. 10
Veränderung dieser Kraft, zu Folge der Berührung verschiedener Körper, welche für alle beym Reiben vorkommende Erscheinungen hinreicht. 10

Thatsachen, welche die vorgetragene Theorie zu bestätigen scheinen. Seite 13
Einziger Unterschied zwischen Druck und Reiben. 15
Unmittelbare Anwendung der vorgetragenen Theorie auf die Erklärung der beschriebenen Thatsachen. 16

Dritte Vorlesung.

Von den Werkzeugen überhaupt, deren man sich zu Erregung der Elektricität insgemein zu bedienen pflegt, und von dem dadurch hervorgebrachten elektrischen Funken. 18
Erscheinungen, welche die durch Reiben bewirkte Anhäufung und Bewegung der elektrischen Materie begleiten. 19
Apparat, welcher erfordert wird, diese Erscheinungen zu zeigen. 19
Schall des elektrischen Funkens. 20
Verschiedenheiten desselben, welche von der verschiedenen Gestalt und Größe des Körpers abhängen, um den die elektrische Materie angehäuft wird. 21
Gestalt des Funkens. 23
Länge desselben. 25
Gewalt oder Stärke desselben. 29
Licht desselben. 30

Vierte Vorlesung.

Ueber das Laden elektrischer Körper. 31
Erscheinungen, welche bey Anhäufung von elektrischer Materie auf Glase und andern elektrischen Körpern vorkommen. 31
Beschreibung des hierzu erforderlichen Apparates und eine allgemeine Uebersicht dieser Erscheinungen. 31
Verschiedenheiten dieser Erscheinungen, welche von den möglichen Verschiedenheiten des gläsernen Gefäßes herrühren. 33
— — — — — — von der Belegung. 34
— — — — — — von dem unbelegten Theile des Glases. 36
— — — — — — von dem Auslader. 38

Fünfte

Fünfte Vorlesung.

Theoretische Uebersicht der vorgetragenen Thatsachen, aus drey Hauptgrundsätzen der Elektricitätslehre hergenommen. Seite 39
1. Die elektrische Materie ist von körperlicher Beschaffenheit. ebend.
2. Die Verbindung der elektrischen Materie mit andern Körpern rührt von einer anziehenden Kraft her. 39. 40
3. Jedem Körper gehört unter gewissen Umständen nur eine gewisse bestimmte Menge elektrischer Materie. 39. 41

Sechste Vorlesung.

Anwendung der vorgetragenen Grundsätze. 45
Anwendung derselben
Erstlich, auf Verbesserung des Ausdrucks, womit die Elektriker den verschiedenen Zustand eines und desselben Körpers zu bezeichnen pflegen. 47
Zweytens, auf die Erklärung von mehrern auf einander folgenden Veränderungen, die sich beym Laden eines elektrischen Körpers ereignen. 48
Unnöthige Annahme einer zurückstoßenden Kraft. 49
Prüfung der Franklinischen Theorie. 51
Drittens, auf die Wirkungen des Ausladers. 53
Viertens, auf die Wirkungen der metallenen Belegung. 54
Fünftens, auf die Aehnlichkeit zwischen den Erscheinungen der geladenen Luft und den Erscheinungen anderer elektrischen Körper. 55
Sechstens, auf das Zerbrechen des Glases durch die Ladung desselben. 56

Siebente Vorlesung.

Von dem Elektrophor. 67
Beschreibung des Elektrophor's. ebend.
Gebrauch desselben. 68
Wirkungen desselben. ebend.
Bewley's Theorie desselben. 69

Digitized by Google

Unterschied zwischen dem Elektrophor und einer gewöhnlichen Elektrisirmaschine. S. 71
Anwendung der bereits vorgetragenen Grundsätze auf die Erklärung des Elektrophors. 73

Achte Vorlesung.

Von dem isolirten Elektrophor. 77
Verschiedene Erscheinungen, welche beym Gebrauche des isolirten Elektrophors vorkommen. ebend.
Erklärung dieser Erscheinungen. 82

Neunte Vorlesung.

Von dem Elektricitätsverdoppler. 86
Beschreibung des Elektricitätsverdopplers. 87
Bennet's Theorie desselben. ebend.
Prüfung dieser Theorie. 88
Theorie des Verfassers. 92

Zehnte Vorlesung.

Von dem beweglichen Elektricitätsverdoppler. 94
Beschreibung des beweglichen Elektricitätsverdopplers. ebend.
Wirkungen desselben. 95
Bennet's Theorie desselben. 97
Prüfung dieser Theorie. 98
Prüfung einer Hypothese von Read. 99

Eilfte Vorlesung.

Von dem elektrischen Lichte. 101
Beweise für folgende Sätze in Beziehung auf das elektrische Licht:
Erstlich, es giebt keinen flüssigen oder festen Körper, in welchem die elektrische Materie bey ihrem Durchgange nicht leuchtend erscheinen sollte. ebend.
Zweytens, je stärker die leitende Kraft eines Körpers ist, desto schwerer wird es, eine gewisse Menge elektrischer Materie in ihm leuchtend zu machen. 103
Drittens, je mehr ein Körper verdünnt ist, desto leichter läßt sich die elektrische Materie in ihm leuchtend darstellen. 104

Viertens, das Leuchten oder der Glanz der elektrischen Materie wird, beym Durchgange derselben durch irgend einen Körper, jederzeit verstärkt, wenn man den körperlichen Inhalt des letztern verkleinert. S. 106

Fünftens, bey den elektrischen Erscheinungen giebt es, gerade wie bey andern brennenden Körpern, Fälle, wo nicht alle Lichtstrahlen entweichen; die, welche die meiste Brechbarkeit besitzen, entweichen zuerst oder am leichtesten. 108

Sechstens, der Einfluß verschiedener Medien auf das elektrische Licht ist ihrem Einflusse auf das Sonnenlicht analog, und setzt uns in den Stand, mehrere sehr sonderbare Erscheinungen zu erklären. 109

Grundsätze, aus denen sich die verschiedenen Erscheinungen des elektrischen Lichts erklären lassen:

Erstlich, die Anziehungskraft, welche die Bestandtheile verschiedener Körper zusammenhält, muß eine Veränderung erleiden, wenn man die Quantität irgend eines besondern Bestandtheils von dem Körper vergrößert, oder vermindert. 112

Zweytens, die Anziehungskraft, welche die Lufttheilchen mit irgend einem Körper vereinigt, muß geschwächt oder verstärkt werden, wenn man zu seiner natürlichen Elektricität noch etwas elektrische Materie hinzufügt. 115

Zwölfte Vorlesung.

Ueber die Leitungsfähigkeit verschiedener Körper. 116

Worauf sich die Untersuchung dieser Leitungsfähigkeit gründet. 117

Der hierzu erforderliche Apparat. 118

Prüfung des Elektrometers von Lane. 120

Nothwendige Erfordernisse eines Ausladers. ebend.

Beschreibung desselben. 121

Beschreibung eines Instruments, vermöge dessen der elektrischen Materie unter zwey Wegen die Wahl gelassen wird. 123

Beschreibung eines Instruments, welches dazu dient, die leitende Kraft der Körper durch die Ausdehnung, welche die elektrische Materie hervorbringt, zu messen. 124

Drey-

Digitized by Google

Dreyzehnte Vorlesung.

Ueber die Verschiedenheit der leitenden Kraft, welche von den verschiedenen Endigungen der Dräthe, mit denen man die Entladung bewirkt, herkömmt. S. 130
Erstlich, Verschiedenheit der Schlagweite, wenn die Ladung von einer ebenen Fläche zu einer andern übergeht. 130
Zweytens, von einer Spitze zu einer andern. 131
Drittens, von einer ebenen Fläche zu einer Spitze. 134
Viertens, von Kugeln zu Spitzen. 135
Versuch, die Verschiedenheit der Schlagweite, welche von den Endigungen der leitenden Körper herkommen, zu erklären. 139

Vierzehnte Vorlesung.

Ueber die leitende Eigenschaft des Wassers. 144
Apparat, zu Bestimmung dieser Eigenschaft. 145
Verschiedenheit des Widerstandes, den Wassersäulen von verschiedener Größe der elektrischen Materie leisten. 147
Vergleichung der Schlagweiten, wenn die elektrische Materie durch Wassersäulen von verschiedener Größe leuchtend durchgeht. 148
Leitende Kraft des Wassers, nach der Ausdehnung des letztern bestimmt, welche bey dem Durchgange der elektrischen Materie durch Wasser erfolgt. 149
Eben diese Kraft nach dem Rückstande der Ladungen abgemessen. 150
Die Wirkungen, welche von den Endigungen der leitenden Dräthe im Wasser herrühren, sind den Wirkungen, die sie in der Luft veranlassen, gerade entgegengesetzt. 151
Einfluß der Temperatur des Wassers auf seine leitende Kraft. 152
Wirkung der unter Wasser gemischten pulverisirten Theilchen von nicht leitenden Körpern auf seine leitende Kraft. 153
Mehrere Thatsachen mit Hülfe der vorhergehenden erklärt. 154

Vor-

Digitized by Google

Vorschriften zu weitern Nachforschungen über diesen Gegenstand. S. 156

Funfzehnte Vorlesung.

Ueber die leitende Kraft der Geister. 157
Leitende Kraft des Weingeistes. ebend.
Verschiedenheit des Widerstandes, welchen Säulen von dieser Flüssigkeit von verschiedener Größe leisten. ebend.
Untersuchung der leitenden Kraft des Weingeistes, wenn die Ladung über dünne Schichten desselben weggeleitet wurde. 159
Untersuchung dieser Kraft nach der leuchtenden Schlagweite der Ladung in Säulen von verschiedener Größe. ebend.
Untersuchung derselben nach dem Rückstande der Ladung in den entladenen Flaschen. ebend.
Untersuchung derselben nach der Ausdehnung. 160
Bemerkungen über die vorhergehenden Thatsachen. ebend.
Untersuchung der leitenden Kraft des Vitriolæthers bey ähnlichen Verfahrungsarten, wie beym Weingeiste. 161
Allgemeine Bemerkungen. 162

Sechzehnte Vorlesung.

Ueber die nicht leitende Kraft der Oele. 163
Vorsicht, welche man bey Versuchen mit diesen Substanzen zu beobachten hat. ebend.
Bestimmung der nicht leitenden Eigenschaft verschiedener Oele nach der Verschiedenheit der Brechweite in Säulen von verschiedener Größe. 164
Bemerkungen über die vorhergehenden Thatsachen. 166

Siebenzehnte Vorlesung.

Ueber die nicht leitende Eigenschaft der Luftgattungen. 168
Punkte, auf die man bey den Versuchen hierüber Rücksicht zu nehmen hat. ebend.

Ueber

Ueber die Schlagweite in gemeiner Luft. S. 169
— — — in entzündbarer Luft. ebend.
— — — in dephlogistisirter Luft. ebend.
— — — in salpetersauerer Luft. ebend.
Ueber die Expansion verschiedener Luftgattungen bey verschiedenen Ladungen. 170
Vorschriften zu weitern Nachforschungen über diesen Gegenstand. 171

Achtzehnte Vorlesung.

Ueber die leitende Kraft der Säuren. 172
Vergleichung der Schlagweiten, wenn die Ladung durch Vitriolsäure in Haarröhrchen durchgieng. 173
Vergleichung der Schlagweiten von Metall und Vitriolsäure in Röhren von verschiedenen Durchmessern. 174
Leuchtende Schlagweiten in Vitriolsäure, in Röhren von verschiedenen Durchmessern. ebend.
Leitende Kraft der Säuren nach der Expansion bestimmt. 175
Leitende Kraft der Säuren, wenn sie auf die Oberfläche eines elektrischen Körpers aufgestrichen sind. ebend.
Wirkung des Verdünnens der Vitriolsäure auf ihre leitende Kraft. 175

Neunzehnte Vorlesung.

Ueber den Widerstand von festen nicht leitenden Körpern. 176
Schellack. 178
Glas. ebend.
Schwefel. ebend.
Wachs. ebend.
Bemerkungen. ebend.

Zwanzigste Vorlesung.

Ueber den Widerstand solcher Körper, welche unvollkommene oder Halbleiter sind. 180
Guajac- oder Franzosenholz. ebend.
Kohle. 181

Ver-

Vergleichung der leitenden Kraft der Kohle mit der leitenden Kraft der Metalle. S. 181
— — — — der Vitriolsäure. 183
Leitende Kraft der Erden, Alcalien, Neutralsalze, und des mit ihnen gesättigten Wassers. 184
Herrn Volta's Meynung über die isolirende Eigenschaft der Halbleiter. 185
Seine Versuche über diesen Gegenstand. ebend.
Untersuchung und Erklärung seiner elektrischen Paradoxen. 187
Widerlegung seiner Meynung vom Condensiren der Elektricität. ebend.

Ein und zwanzigste Vorlesung.

Ueber die leitende Kraft der Metalle. 191

Zwey und zwanzigste Vorlesung.

Ueber den Einfluß der Verdünnung auf die leitende Kraft der Körper. 193
Herrn Morgan's Versuch mit einem vollkommenen Vacuum. 195

Drey und zwanzigste Vorlesung.

Anwendung der Lehre von der Anziehung auf die Verschiedenheit der leitenden Kraft verschiedener Körper. 197

Vier und zwanzigste Vorlesung.

Theoretische Erklärung der Art und Weise, auf welche die elektrische Materie wirkt, wenn Glas und andere feste elektrische Körper durch den elektrischen Schlag zerbrochen werden. 205

Fünf und zwanzigste Vorlesung.

Anwendung der Elektricität auf Naturerscheinungen, insbesondere auf Gewitter. 209

Ver-

Digitized by Google

Vermuthungen über die Urſachen der Gewitter vor den Entdeckungen Franklin's. S. 210
Muthmaßliche Beweiſe für Franklin's Theorie von den Gewittern. 211
Seine Verſuche. 212
Erklärung der verſchiedenen Erſcheinungen des Blitzes, nach der Vorausſetzung, daß ſie durch Elektricität hervorgebracht werden. 213
Erſtlich, Veränderungen, welche von der Bewegung der Wolken herrühren. ebend.
Zweytens, der Blitz. ebend.
Widerlegung der Meynung, daß er dann auf die Erde ſchlage, wenn ſie und die Luft entgegengeſetzt elektriſch ſeyen. 214
Vorſchlag zu einer paſſendern Erklärung, wie die Erde dabey wirke. 218
Drittens, Geſtalt des Blitzes. 222
Viertens, beſondere Eigenſchaften des Knalles, welcher den Blitz begleitet. 224
Fünftens, Farben des Blitzes. 225
Sechſtens, Umſtände, welche bey Wetterſchlägen vorkommen. 227
Erklärung der Art und Weiſe, auf welche er Körper ſchmelzt und zerſchmettert. 228
Beſondere Wirkungen deſſelben auf den menſchlichen Körper. 230
Siebentens, in welcher Entfernung eine Gewitterwolke gefährlich zu werden anfange. 234
Methoden, die Größe einer Wolke zu berechnen. 238
Des Grafen Stanhope Theorie von dem Rückſchlage. 240
Zeichen der herannahenden Gefahr. 249
Verſchiedene Methoden ſich gegen die Gefahren der Gewitter in verſchiedenen Lagen zu ſchützen. 251
Die vorzüglichſten Blitzableiter für Häuſer. 255
— — — — für Schiffe. 256

Sechs und zwanzigſte Vorleſung.

Ueber die Entſtehung oder die Urſachen der natürlichen Elektricität. 257

Abſor-

Absorbiren der wässerigen Theilchen von der Atmosphäre, und Präcipitiren derselben. S. 258
Die Heftigkeit der Gewitter in verschiedenen Gegenden auf der Erde richtet sich nach dem Absorbiren und plötzlichen Präcipitiren der wässerigen Theilchen. 259
Gewitter zwischen den Wendezirkeln. ebend.
Elektrische Erscheinungen feuerspeiender Berge. 260
Gewitter sind sehr heftig in den Gegenden, welche die Sandwüsten Arabiens einschließen. ebend.
Anwendung der verschiedenen Fälle, die bey dem Präcipitiren vorkommen, auf die verschiedenen Erscheinungen der Elektricität. 262
Erstlich, wenn sich ein kälterer Luftstrom mit einem wärmern vermischt. ebend.
Anwendung hiervon auf die Veränderungen, die wir täglich in unserer Atmosphäre wahrnehmen. ebend.
— — — auf das plötzliche Entstehen der Gewitterwolken. 263
— — — auf die Heftigkeit der Gewitter zwischen den Wendezirkeln. ebend.
— — — auf das schnelle Aufeinanderfolgen von Blitzen, die man bey einigen Gewittern bemerkt. 264
Zweytens, wenn Luft von wärmerer Temperatur mit Erde von kälterer in Berührung kömmt. 266
Anwendung hiervon auf die elektrischen Erscheinungen in bergigen Gegenden. ebend.
Drittens, wenn der wärmende Einfluß der Sonne plötzlich gehemmt wird. 267
Elektricität des Thaues. 268
Gewöhnlicher Anfang eines Gewitters bey herannahender Nacht. 269
Wirkungen der Winde auf die Elektricität der Atmosphäre. ebend.

Sieben und zwanzigste Vorlesung.

Anwendung der Elektricität auf einige andere Naturerscheinungen. 271
Nordlichter. ebend.

Allgemeine Uebersicht der Hypotheſen über ihre Entſtehung, die man vor den Entdeckungen in der Elektricität gebildet hat. S. 272
Gründe, ſie für elektriſche Erſcheinungen anzuſehen. ebend.
Erklärung der beſondern Eigenſchaften der Nordlichter. 274
Erſtlich, ihr Erſcheinen gegen Norden. ebend.
Zweytens, Verſchiedenheiten ihrer Farben. 276
Drittens, ihre wellenartige Bewegung. 277
Lufterſcheinungen. 278
Beweis, daß die Sternſchnupfen elektriſche Erſcheinungen ſind. ebend.
Dr. Blagden's Erklärung von einer Lufterſcheinung. 280
Gründe deſſelben, dieſe für eine elektriſche Erſcheinung zu halten. 281
Einwürfe gegen ſeine Hypotheſe. 283
Erdbeben. 285
Prüfung der Theorie des Dr. Stukeley. ebend.
— — — — des Beccaria. 288
Einwürfe gegen die vorhergehende Anwendung des elektriſchen Einfluſſes. ebend.

Acht und zwanzigſte Vorleſung.

Ueber den Einfluß der Elektricität auf das Wachsthum der Pflanzen. 293
Kurze Geſchichte von dem, was bisher in Anſehung dieſes Gegenſtandes gethan worden iſt. ebend.
Dr. Ingenhouß's Zweifel. 294
Herrn Duvernier's Tadel deſſelben. ebend.
Dr. Ingenhouß Beantwortung. ebend.
Dr. Carmoy's Verſuche gegen Dr. Ingenhouß. 296
Dr. Carmoy unterſtützt vom Abt d'Ormoy. 297
Gründe für die Meinung des Dr. Ingenhouß. 299

Neun und zwanzigſte Vorleſung.

Ueber den Einfluß der elektriſchen Materie auf das thieriſche Leben. 300

Erſtlich,

Digitized by Google

Erſtlich, Einfluß derſelben auf die Entwickelung und Ausbildung des Keims des Lebens. S. 300
Zweytens, Wirkſamkeit derſelben in der thieriſchen Oeconomie. 301
Herrn Walſh's Entdeckung. 302
Herrn Henly's Zweifel. ebend.
Herrn Cavendiſh's Widerlegung der gemachten Einwürfe. ebend.
Verſchiedene Grade der Stärke des Schlages, welchen man vom Zitterrochen und Zitteraal empfängt. 303
Umſtände, welche die Natur beſtimmt zu haben ſcheinen, jenen Fiſchen elektriſche Organe zu geben. 304
Vermuthungen über die Art und Weiſe, auf welche die elektriſchen Fiſche die elektriſche Materie anhäufen und entladen. 305
Beſondre Wirkungen, welche ſie hervorbringen. 307
Herrn Galvani's Entdeckung. 309
Einige vorläufige Bemerkungen darüber. ebend.
Verſuche des Galvani und Anderer über dieſen Gegenſtand. 310
Verſuch, dieſe Erſcheinungen mit Hülfe einiger bereits aus einander geſetzten Grundſätze zu erklären. 284

Dreyßigſte Vorleſung.

Anweiſung zur Verfertigung des elektriſchen Apparates. 317
Erſtlich, eigentlich elektriſcher Apparat. ebend.
Gründe, weshalb man zum Elektriſiren dem Glaſe unter allen andern elektriſchen Körpern den Vorzug giebt. 319
Gründe, weshalb man die cylindriſche Geſtalt vorzieht. 321
Nöthige Vorſicht bey Ausſuchung eines Cylinders. 322
Zweckmäßigſte Größe der Cylinder. 323
Die beſten Kappen dazu. ebend.
Vorſchrift zu Verfertigung der Kurbel. 324
Iſoliren des Cylinders. ebend.
Das Küſſen. ebend.
Der ſeidene Lappen. 325
Geſtell des Küſſens. ebend.

Größe und Materialien des besten Leiters. S. 325
Methode, die Saugspitzen zu befestigen. 326
Recept zu dem besten Amalgam. ebend.
Vorschriften für den Gebrauch der Elektrisirmaschine. 327
Zwey Methoden, die gesammte elektrische Materie anzuwenden: 328
1) Unmittelbar aus dem Leiter. ebend.
2) Mittelst einer Leidner Flasche. 330
Nothwendige Erfordernisse einer Batterie. 331
Vorschriften zu Verfertigung einer Batterie. ebend.
Der Auslader. 334
Herrn Brooke's Elektrometer. ebend.
Herrn Bennet's Elektroscop. 335
Herrn Cavallo's Elektroscop. 336
Leiter für die Luftelektricität. 337
Einwürfe gegen den Gebrauch einer Fackel. 339
Zweytens, chemisch elektrischer Apparat. 340
Apparat für verschiedene Luftgattungen. 341
— — für Wasser, Weingeist und Oel. 342
— — für Säuren. 343
— — zu festen Körpern. 344

Einleitung.

Fleiß, Geduld und ein lebhaftes Intereſſe für den Gegenſtand, deſſen Unterſuchung wir zur Abſicht haben, ſind die weſentlichen Eigenſchaften derer, welche mit einigem Glücke eine Wiſſenſchaft zu lernen oder zu erweitern verſuchen. Wollen wir uns alſo von einem beſtimmten Zweige irgend einer Wiſſenſchaft einige Kenntniß erwerben, und darüber weitere Unterſuchungen anſtellen; ſo müſſen wir uns zuerſt prüfen, ob wir auch jene erwähnten Eigenſchaften beſitzen, und die Gefahren kennen zu lernen ſuchen, welche uns bedrohen, wenn wir ſie auf dem Wege, der uns zu unſerem Zwecke führen ſoll, nicht hinlänglich, oder nicht richtig anwenden, oder auch wohl ganz vernachläßigen. Wenn wir dieſe Art der Vorbereitung auch auf unſeren Gegenſtand anwenden, ſo werden wir gewiß finden, daß die Quellen, aus welchen insgemein in jedem Zweige der Naturlehre Schwierigkeiten, Irrthümer und ein unnützer Aufwand von Kräften zu entſtehen pflegen, auch dem Elektriker nachtheilig ſind, und ihn am weitern Fortſchreiten hindern.

Wo die Natur von dem Menſchen fordert, weitere Fortſchritte zu machen, zu denen ſich ſeine Vernunft nicht ſtark genug fühlt, da hat ſie auch gütig die Kraft der Leidenſchaft angeordnet, welche ihn unterſtützen und antreiben muß. — Dieſe Kraft

aber ist es auch, welche uns in mancherley Gefahren verwickelt. Bey ihrem blinden Eifer stößt sie leicht an Irrthümer, und da sie sich gleich von den ersten Erscheinungen einnehmen und hinreißen läßt, verwickelt sie uns mit der Hartnäckigkeit und mit der Selbstsucht in einen immerwährenden Kampf; und in beyden Fällen ist die Mühe, welche sie über sich nimmt, schwer und geht langsam von statten, und das ruhigere Nachdenken tritt erst dann ein, wenn bereits viel Arbeit und Zeit verschwendet sind.

Noch ist die Elektricität in ihrer Kindheit. Ihre Sprache ist noch unausgebildet und unverständlich. Ihre Erscheinungen dienen insgemein bloß dazu, die Sinne zu ergötzen, oder den Unwissenden in Erstaunen zu setzen. Nur der Empiriker oder Marktschreier legt sie dem Auge der Welt vor; der denkende Kopf kennt sie bloß als ein sonderbares Gewebe von Thatsachen, welche zwar an sich sehr merkwürdig, aber nicht gehörig geordnet sind, weil man sie noch nicht auf allgemeine Grundsätze hat zurückbringen können. Kurz, man sieht die Elektricität als eine Wissenschaft an, welche ganz und gar keinen Reitz besitzt, unsere Eitelkeit zu erwecken, und unsern Ehrgeitz zu entflammen. Aus diesem Grunde ist sie selten ein Gegenstand einer mühsamen und hinlänglichen Aufmerksamkeit, oder der beharrlichen Thätigkeit geworden, welche ihr allein einen gewissen Werth verschaffen, und sie zu ihrer gehörigen Reife bringen kann.

Es ist zu bedauern, daß wir, bey der Vervollkommnung unseres Geistes, bisweilen auf andere Bewegungsgründe sehen, als uns die Vernunft an die Hand giebt.

Das scharfblickende Auge der Vernunft verweilt auf allen Theilen der Natur mit gleichem Interesse, und

und erfüllt uns mit dem nämlichen Enthusiasmus, welchen Gegenstand wir auch von den unzählbaren Wundern, mit denen wir umgeben sind, verfolgen mögen. Wären Sie ganz geistig, so würde jede Bemühung, Ihren Leidenschaften, die etwa Ihrem Fleiße hinderlich seyn könnten, Einhalt zu thun, unnütz seyn, und trüge ich Ihnen, als Philosophen, Naturlehre vor, so bedürfte es keiner vorläufigen Erinnerung, keiner weitern Empfehlung. — Allein da ich gewiß bin, daß Sie sich erst von aller Leidenschaft los sagen müssen, ehe Sie mit Fleiß, mit Geduld und mit Beharrlichkeit verfahren können, möchte ich Sie gern überzeugen, daß die Eigenschaften der Elektricität, welche bisher den Eifer nach weitern Nachforschungrn unterdrückt und erkältet haben, vernünftigerweise den entgegengesetzten Erfolg hätten haben sollen.

Sollte Ihr Wunsch, sich hervor zu thun, nicht eher da befriedigt werden, wo der Nahmen Ihrer Vorgänger wenige, und diese noch dazu unbekannt sind, als wo der allgemeine Beyfall schon mehrere in den Annalen ausgezeichneter Jahrhunderte verewigt hat? Muß der Stolz der neuen Entdecker nicht da mehr und öfter Nahrung finden, wo die Schätze der Natur noch nicht ausgespähet sind, als unter Gegenständen, welche der Fleiß und die Nacheiferung mehrerer Menschenalter durchstört haben? Wie viel Jahre müssen Sie arbeiten, ehe Sie den Schritten des großen Newton folgen können? Wie wenig wahrscheinlich ist es, daß auf dem Felde, welches er durchwandelte, noch ein Gegenstand aufkeimen sollte, der seinem Scharfsinn entgangen seyn könnte? und wie noch weniger wahrscheinlich ist es, daß dieser Gegenstand, wenn er auch bereits eine gewisse Größe erreicht haben sollte, die Aufmerksamkeit auf

sich ziehen werde, welche bereits durch die Menge von erstaunenswürdigen Entdeckungen gefesselt wird? Kurz, wenn Sie sich von den Begierden ihrer sinnlichen Natur leiten lassen, so wird sie Sie gewiß auf den unbekanntesten Weg führen; und der Eifer, mit dem Sie ihn verfolgen, wird durch die Verborgenheit seines Zieles nicht bloß geleitet, sondern vielmehr verstärkt werden.

Lassen Sie mich jedoch hoffen, daß Sie entschlossen sind, in dem Studium der Naturlehre kein anderes Vergnügen zu suchen, als das Vergnügen des Geistes; keinem Bewegungsgrunde zu gehorchen, als den Ihnen die Vernunft an die Hand giebt; und sich keinen andern Zweck vorzusetzen, als die Aufklärung der Welt durch die Ausbildung ihrer eigenen Fähigkeiten.

Wenn dem wirklich so ist, so werden Sie finden, daß die Elektricität vorzüglich geschickt ist, allen den großen Absichten, die Sie sich etwa vorsetzen mögen, zu entsprechen. Sie besitzt jede Eigenschaft, welche das Studium derselben dem menschlichen Geiste interessant machen kann. Die Kraft, deren Gesetze, deren Verhältnisse, deren Wirkungen sie zu erforschen strebt, ist bereits als eine der ausgebreitetsten in der Natur erkannt worden. Es giebt kaum eine Wissenschaft, über welche sie nicht mehr Licht verbreiten sollte. Groß ist die Zahl der Künste im geselligen Leben, denen sie neue Kräfte verleihet, und viele sind der Geheimnisse in der Natur- und Menschengeschichte, welche sie enthüllt, und hinreichend erklärt. Damit Sie aber von diesen Vortheilen hinlänglich überzeugt werden mögen, wollen wir sie alle einzeln durchgehen.

Fürs erste haben wir bereits die Entdeckung gemacht, daß die elektrische Materie den Donner, die Me-

Meteore, die Nordlichter und mehrere andere Luft-erscheinungen hervorbringt. Es läßt sich nicht denken, wofern man nähmlich auf das gewöhnliche Verfahren der Natur nur einige Rücksicht nimmt, daß sich eine Kraft, welche solche erstaunenswürdige Wirkungen hervorbringt, nicht auch auf eine Menge anderer, in dem ganzen Systeme eben so wichtiger Gegenstände erstrecken sollte.

Hätte man da, als man gefunden hatte, daß die Kraft, vermöge deren ein Stein auf die Erde fällt, auch auf alle Erscheinungen der Ebbe und Fluth, auf die wunderbaren Bewegungen des Mondes, endlich auf die entfernten Umwälzungen von mehrern Planeten Einfluß habe, mit dieser Untersuchung aufgehört, so würde unsere Kenntniß von der Schwerkraft noch sehr eingeschränkt, und in Vergleich mit dem, was uns alsdann noch verborgen geblieben wäre, sehr unvollständig und mangelhaft seyn; ein unermeßlicher Raum würde uns von der Höhe entfernt gehalten haben, die wir jetzt mit unsern Augen erreichen können; nie würden wir bis zu jenem äussersten Punkte gekommen seyn, wo ihr Befehl die Rückkehr von zwey hundert ungeheuern Welten bestimmt, welche sich mit einer unbegreiflichen Geschwindigkeit drey hundert Jahre nach einander aus mehrern Himmeln in einer Richtung fort bewegt haben. Wir würden nie eine so tiefe Kenntniß unserer Erde, und der sie umgebenden Planeten erlangt haben, daß wir ihr verschiedenes Anziehen, und ihre verschiedene Dichtigkeit hätten bestimmen können; wir würden nicht die unserer Bewunderung würdige Sonne in ihrer größten Glorie als eine Welt haben betrachten lernen, welche in Rücksicht ihres körperlichen Inhaltes und ihrer Wichtigkeit eine Million solcher Welten, deren wir eine bewohnen, übertrifft;

— und noch weit weniger würden wir das Universum um uns her als eine Fülle von Systemen angesehen haben, von denen jedes von allem, was groß ist, in der vereinigten Masse unserer Sonne und der sie begleitenden Welten, gebildet ist, und welche in größerer Menge vorhanden sind, als Tropfen in dem ungeheuren Ocean.

Kurz, wo wir auch aufhören möchten, dem Einflusse der Schwerkraft nach zu spüren, da würden wir, wenn wir auch Tausende von Jahren hindurch ein Wunder über das andere entdeckt hätten, uns immer noch an dem Anfange ihrer gränzenlosen Wirksamkeit befinden. Aber die Schwerkraft und die elektrische Materie sind beyde Wirkungsmittel einer und derselben weisen Allmacht, und wir können überzeugt seyn, daß sie ihrer Natur nach einander ähnlich sind, und daß unsere ersten Nachforschungen, wenn sie auch in Enthüllung ihrer großen Wirkungen noch so glücklich sind, uns das nur zum Theil und in einem schwachen und unvollkommenen Lichte erblicken lassen, was noch künftige Untersuchungen vor den Augen des Naturforschers entfalten werden.

Fürs zweyte habe ich die Bemerkung gemacht, daß die Elektricität über andere Wissenschaften ein helleres und glänzenderes Licht verbreite. Gegenwärtig beruhet ihre Verbindung mit ihnen noch bloß auf Vermuthungen und Hypothesen. In der Astronomie hat man durch sie den Schweif der Cometen erklären wollen, und aus Unwissenheit geglaubt, daß sich von den Bewegungen dieser Himmelskörper keine Erklärung geben lasse, wofern man nicht die Wirksamkeit der Elektricität zu Hülfe nehme. In Ansehung der Schifffahrt erwartete man von ihr Wunderdinge, weil man durch sie eine Magnetnadel zu erhalten glaubte, die sich, ohne alle Veränderung,

nach

nach Norden kehrte. Aber ach! diese eingebildete Entdeckung entstand und verschwand mit gleicher Schnelligkeit.

Es ist wirklich sonderbar, daß man noch nicht auf die Vermuthung gerathen ist, die elektrische Materie lasse sich mit der Mechanik vereinigen. In einer Wissenschaft, wo alles auf Anfang, Verstärkung und gehörige Anwendung von Kraft ankömmt, kann man nicht ohne Grund annehmen, daß eine Kraft, welche mit beyspielloser Geschwindigkeit wirkt, und den stärksten Widerstand überwindet, von beträchtlichem Vortheile seyn werde.

Sollte ein erfinderischer Kopf in der Folge eine Methode entdecken, Bertholet's neues Schießpulver mit Sicherheit zu gebrauchen, so würde diese Verbesserung in Absicht auf die Artillerie hauptsächlich daher zu erwarten seyn, wenn man es möglich machte, dieses gefährliche Pulver mit Hülfe der Elektricität in einer großen Entfernung zu entzünden. *)

Elektrische Empiriker haben mit der Elektricität in der Heilkunde viel Versuche gemacht, und ihr daselbst beträchtliche Wirkungen zugeschrieben; allein bisher hat sie vorzüglich den Quacksalbern und Betrügern zum Werkzeuge dienen müssen. Nur wenige eigentliche Gelehrte haben ihren Einfluß da versucht, wo sie dadurch, daß sie keinen Schaden zu thun glaubten, und sich von andern Mitteln keine sonderlichen Wirkungen versprechen durften, bewogen wurden, alles mögliche zu versuchen. Es giebt in der That einige merkwürdige Fälle, wo sie, dem

*) Herr Bertholet verfertigte bekanntlich ein sehr wirksames Schießpulver, zu welchem er, statt des Salpeters, das aus dephlogistisirter Salzsäure und Gewächslaugensalze bereitete Neutralsalz nahm. A. d. U.

Anscheine nach, die allerhartnäckigsten Verstopfungen gehoben hat. Allein noch sind wir nicht so weit, daß wir im Stande seyn sollten, ihren Einfluß auf die verschiedenen Theile unserer Organisation zu bestimmen, oder in bestimmten Fällen ihre Wirkungen zu berechnen, um sie mit Sicherheit oder mit Klugheit anwenden zu können.

In der Chemie hat man durch eine Verbindung dieser Wissenschaft mit der Elektricität viel gethan; allein noch weit mehr läßt sich von der Zukunft erwarten. Man hat gefunden, daß die Eigenschaften aller flüßigen und festen Körper eine Veränderung erleiden, wenn man sie der Wirkung der elektrischen Materie aussetzt. Sie trennt die Bestandtheile solcher Substanzen, auf welche das stärkste Feuer eines Reverberirofens keine Wirkung äußert, und man kann sie da mit Genauigkeit und Leichtigkeit gebrauchen, wo sich kein anderes Veränderungsmittel anwenden läßt. In dieser Rücksicht läßt sich das meiste von der Verbesserung unsres Apparates erwarten. Was wir davon haben, ist sehr zusammengesetzt, mühsam zu gebrauchen, und für wenige Absichten tauglich; und noch müssen mancherley Erfindungen gemacht werden, ehe man hier mit Schnelligkeit weitere Fortschritte machen kann. Ich werde Ihnen in diesen Vorlesungen mehrere Werkzeuge vorlegen, die ich selbst zu dieser Absicht gebraucht habe, und mir Mühe geben, Ihnen den Weg zu zeigen, der Sie noch zu der Erfindung von andern, welche bequemer zu gebrauchen, und in mehrern Fällen anwendbar sind, führen könne.

Eben so einladend, als die Aussicht, die sich uns durch die Verbindung der Chemie mit der Elektricität darbietet, ist für unsern nach weitern Entdeckungen strebenden Geist auch die Verbindung dieser

Wis-

Wissenschaft mit der Naturgeschichte. Mit Hülfe dieser Verbindung haben wir bereits eine von den ausserordentlichsten Erscheinungen in der thierischen Schöpfung erklärt. Man hat die Entdeckung gemacht, daß der Zitterrochen und Zitteraal ihre Beute bis zu einer gewissen Entfernung fest halten, daß sie die stärkste Lebenskraft betäuben, und auch solche Geschöpfe im Augenblicke tödten, welche ihnen an Stärke und Geschwindigkeit überlegen sind, indem sie die Blitzmaterie in einer ihren Bedürfnissen angemessenen Menge sammeln, indem sie sie nach allen Richtungen hinschleudern, wo der Gegenstand ihres Raubes bestürzt zu entkommen versucht, und endlich, indem sie sich in einer Materie aufhalten, von welcher jeder Theil den Strahl ihres Blitzes nach Gefallen fortleiten kann.

Wenn Herr Galvani recht hat, so müssen wir mittelst einer Kenntniß von der elektrischen Materie die eigentlichen Wirkungen der Nerven und alle die Geheimnisse, welche mit den Empfindungen und Bewegungen der thierischen Schöpfung verbunden sind, erforschen können.

Zu den Vortheilen, die sich aus der Verbindung der Elektricität mit der Naturgeschichte ergeben, haben einige Theoretiker auch die Entdeckungen gerechnet, auf welche uns der Einfluß der elektrischen Materie auf das Wachsen und Ernähren der Pflanzen führen dürfte. Noch hat man aber durch keine entscheidenden Versuche darthun können, daß ein solcher Einfluß wirklich statt finde. Einige haben dieses Factum gerade zu bejahet, andere hingegen es eben so bestimmt geleugnet. Ich denke Sie in der Folge mit dem bekannt zu machen, was man bis jetzt in Rücksicht dieses Gegenstandes gethan hat. Was mich betrifft, so bin ich in der That nicht abgeneigt,

zu glauben, die Wirksamkeit der elektrischen Materie werde in diesem Theile der Naturgeschichte einst noch sehr wohlthätig werden.

Die Kraft, die sie besitzt, jedes Gefäß auszudehnen, jeden reitzbaren Theil zu reitzen und eine schnellere Bewegung der Thier- und Pflanzensäfte in den kleinsten Gefäßen hervor zu bringen, giebt uns eine starke Vermuthung an die Hand, daß sie nicht bloß das Wachsen der Pflanzen beschleunigen, sondern auch viel zu ihrer Größe beytragen, und mehrere ausserordentliche Veränderungen in Ansehung ihrer innern Organisation und ihres äußern Ansehens hervorbringen möge. Es giebt hier noch verschiedene Umstände, welche uns bey diesen Untersuchungen am weitern Fortschreiten hindern. Noch haben wir keine leichte und wohlfeile Methode entdecket, einen anhaltenden Strom der elektrischen Materie zu unterhalten; auch wissen wir noch nicht, wie wir diesen in gehöriger Menge durch alle Theile einer Pflanze in einem und demselben Augenblicke durchführen sollen.

Fürs dritte, jede Kraft, welche durch eine seltne und ungewöhnliche Erscheinung ihrer Wirkungen in dem sichtbaren Systeme der Natur die Sinne verwirrt, ist für den Menschen, so lange er in der Nacht der Unwissenheit umhertappt, einer der furchtbarsten Tyrannen. Ihr Erscheinen wird von Schrekken begleitet, und die allgemeine Furcht, die sie verbreitet, geht mit Unglücksfällen von langer Dauer, und von furchtbarer Größe und ausgebreitetem Einflusse schwanger. Die Stunde ihrer Regierung ist für Millionen die Stunde der Qual, und in den folgenden Stunden der Furchtsamkeit und Muthlosigkeit kommen neue Kräfte in Wirksamkeit, welche noch weit schrecklicher und verheerender, als sie selbst, sind. Bey ihrem jedesmaligen Erscheinen wird die

ganze Masse der Unwissenheit vergrößert und verdichtet, und das Reich des Aberglaubens befestigt und noch mehr verdunkelt. Sie bewaffnet herrschsüchtige Priester mit Dolchen; sie kleidet sie in blutige Gewänder, und reicht ihnen, wenn sie für den zornigen Gott, den sie vorstellen, mit Unersättlichkeit ein Sühnopfer fordern, von allem das Erstgeborne dar.

Die Schrecken, womit sie die zitternde Menge erfüllt, sind für die hülflosen Unschuldigen unter den Menschen eben so furchtbar, als für die Heere auf dem Felde. Sie bewaffnet ganze Legionen Tyrannen, und diese Tyrannen versammeln wieder ganze Horden von raubgierigen Janitscharen, welche sich unter einander verbünden, diejenigen zu berauben, zu Sclaven zu machen, zu mißhandeln, und endlich zu vertilgen, die sie zuvor in Furcht gesetzt und hintergangen haben.

In jedem Zeitalter hat der Donner des Himmels durch das Ungeheuere seiner Größe, und durch seine Vereinigung mit andern furchtbaren Kräften der Natur viel dazu beygetragen, die Sache des Betrugs und der Tyranney zu befördern. Das Brüllen, wodurch er Erde und Himmel erschüttert; die Flamme, womit er in einem Augenblick das ganze Gewölbe des Himmels überzieht; die ungeheuere Kraft, mit der er Paläste, Schlösser und Tempel zerstört; die Ohnmacht des mächtigsten unter den sichtbaren Geschöpfen, wenn er ihn mit Wuth anfällt; alle diese furchtbaren Folgen seiner eigenen Wirksamkeit werden noch von andern begleitet, welche von der von ihm hervorgebrachten Bewegung der Elemente herkommen. Er überschwemmt die Erde; entläßt den wüthenden Sturm aus den finstern Wolken, wo er seinen Sitz hat, und Erdbeben und Ausbrüche der Vulkane sind oft seine schrecklichen Begleiter.

Alles dieß sind Dinge, deren Kräfte dazu dienen, den Unwissenden vor dem Throne des gotteslästerlichen Betruges und der Usurpation nieder zu werfen. Wir finden, daß bey den Griechen der höchste Gott der Gott des Donners war, und daß ihre Nachkommen den Gehorsam des Pöbels und der Sclaven dadurch sicherten, daß sie diesen Aberglauben unterhielten, und neue Religionssätze und Cerimonien, neue Grausamkeiten und Thorheiten erfanden, um das allgemeine Schrecken, welches etwa durch eine neue Verwüstung eines Ungewitters erwecket worden war, zu erneuern.

Die Elektricitätswissenschaft aber wird es künftig unmöglich machen, diese Betrügereyen zu wiederholen, oder die gütige Natur zu entehren, dadurch, daß man die erhabene Sprache ihrer Wirkungen zu Absichten der menschlichen Bosheit und Beförderung des menschlichen Elendes zu verdrehen sucht. Sie hat auch die gemeinsten Handwerker in den Stand gesetzt, jede Gefahr, welche ein Gewitter begleitet, abzuwenden; folglich auch jede Furcht zu verbannen. Selbst Leute von wenig Geist lehrt sie tausend religiöse Gebräuche verlachen, vor deren ehrwürdigem Alter sowohl, als der Würde ihrer Priester der Pomp moderner Hierarchien zu Armseligkeit und Mummerey herabsinkt.

Wenn die Kuppeln oder Spitzen unserer heiligsten Tempel vom Blitz zerschmettert werden, so brauchen wir nicht vor einem erzürnten Gotte zu zittern, und von seinen stolzen Dienern zu verlangen, daß sie seine Altäre anzünden, und seine Geschöpfe morden; wir dürfen bloß bedauern, daß man sich nicht der Hülfe des Grobschmids bedient, und seine eisernen Stangen aufgerichtet habe. Wenn finstere Wolken in Westen aufsteigen, und am Mittage die Dunkelheit

der

der Nacht hervorbringen, so betrachtet man diese sich nähernde Erscheinung als eine wahrscheinliche Quelle des Vergnügens, und der Naturforscher, durch das Tönen seiner Glocke vom stillen Nachdenken zur Thätigkeit geweckt, leitet den Blitz in seine Wohnung, oder verweiset ihn an eine Stelle, die er ihm nach Gefallen und nach seiner Bequemlichkeit vorgezeichnet hat.

Wären Sie im Stande, die vorhergehende Vergleichung des gegenwärtigen und vergangenen Zustandes des Menschen auf eine von den wirksamsten Kräften in der Natur auszudehnen, und vermöchten Sie schon jetzt, die wichtigen Veränderungen zu überblicken, welche die Entdeckungen in der Elektricität veranlasset haben, so würden Sie, dünkt mich, sie als einen Gegenstand ansehen, welcher der größten Achtung des Naturforschers werth ist. — Würden Sie nicht aber auch gestehen müssen, daß kein Held, der einen Tyrannen aus dem Wege räumte, je wohlthätiger für sein Geschlecht war, als jener Republicaner, der, nachdem er den Wolken ihre Waffen entrissen hatte, seine Landesleute für Freyheit und Menschheit bewaffnete?

Griechenland, welches sich durch eine Menge der berühmtesten Männer, die je das Menschengeschlecht zierten und erleuchteten, auszeichnete, feyerte zu der Zeit seiner höchsten Cultur mit Hymnen und Tänzen die Geburt des Wohlthäters, welcher zuerst die Traube kelterte, ihren Saft gähren ließ, und so Freude in das Herz der Menschen ergoß.

Wenn die goldene Zeit kömmt, in welcher ein künftiges Geschlecht auf das Zeitalter der Tyrannen, ihrer Priester und der ganzen Rotte ihrer Diener, als auf das finstere und barbarische Zeitalter eines mit Ungeheuern und wilden Thieren kämpfenden Menschen-

schengeschlechts zurück blicken wird, werden nicht dann die Wesen höherer Art, deren Verstand den glorreichen Tag, an welchem sie leben, erleuchtet, an den Ufern des Delaware ihren Dank auf ähnliche Weise zu erkennen geben? —

Lassen Sie die Dichtkunst wieder das werden, was sie in Athen war; die vollendetste Philosophie; lassen Sie jede Kunst zu der vollesten Reife gelangen, die ihr die Vernunft geben kann, wenn sie mehrere Jahrhunderte durch die Muße und Cultur veredelter Geschlechter gebildet ist; wird nicht unter den erhabensten Gegenständen ihres Lobes das Beyspiel und die Größe Benjamin Franklin's hervorragen, welcher, als er den Donnerkeil der Gewalt der Tyranney und des Betruges entrissen hatte, sich zu den Helden und Patrioten seines Vaterlandes gesellte, die Günstlinge und Miethlinge der Unterdrückung vertrieb, und unter den Ruinen, welchen die Wuth des sterbenden Despotismus ihr Daseyn gegeben hatte, den ersten freyen Staat errichtete, auf welchem je das menschliche Auge mit Wohlgefallen verweilt hat?

Ich habe Ihnen, meine Herren, den augenscheinlichen Nutzen der Wissenschaft gezeigt, von der Sie bald eine nähere Kenntniß erlangen werden; doch ich will meinen Wunsch wiederholen, daß Ihre reine und erhabene Denkungsart alle solche Erörterungen unnöthig machen möge. Wer die Wissenschaften betreiben will, wie ein Gewerbe, oder wer das Studium derselben damit anfängt, daß er den gewiß zu erwartenden Gewinn berechnet, wird nie beträchtliche Fortschritte machen. Er wird sich bald in seinen Erwartungen betrogen finden, und eine Arbeit aufgeben, welche für ihn nicht den gehofften Erfolg hatte.

Es giebt nur einen Gedanken, der in der Seele des Naturforschers herrscht. Die Wahrheit steht allein fest, welche seine Wünsche interessirt, und seine Thätigkeit reizt. Er ist überzeugt, daß der Natur folgen einen sichern Weg betreten heißt, welcher zu den größten Belohnungen führt. Denn ihre Schätze erfüllen das Universum; ihre Mittel, zu belohnen, sind nicht weniger verschieden, als die Scenen und Gegenstände, wodurch sie dem Unermeßlichen Mannichfaltigkeit, Reichthum und Schönheit verliehen hat; und die Wunder, durch welche sie die Seele erhebt, und sie mit Entzückung erfüllt, folgen in vielfachen Verbindungen auf einander, in nicht geringerer Anzahl, als die Schwärme lebendiger Geschöpfe im Sommer, und eben so schnell, als die Augenblicke, welche die Ewigkeit bilden. Auch ist das Paradies des Denkers, welcher sich dem Studium der Natur weihet, nicht blos auf die Erde, das Meer oder die Luft, auf den dritten oder vierten Himmel eingeschränkt; sondern es befasset auch jene fernen Regionen, welche ein Lichtstrahl, der schon seit Tausenden von Jahren ausgegangen ist, noch nicht erreicht hat! Er empfindet es überall; es entzückt ihn zu allen Zeiten. Jeder sichtbare Gegenstand verkündiget seine Freuden; sie sprossen auf dem Boden, auf dem er wandelt. Die Atmosphäre geht mit ihnen schwanger. Man findet sie in der Masse und an den tiefsten Stellen des Oceans. Sie blühen in der Wüste, in Abgründen und auf Felsen. Bey den Schrecknissen der Vulcane und Erdbeben sind sie gegenwärtig, und verlassen den menschlichen Geist auch dann nicht, wenn er sich den Untergang der Welten und ihrer Systeme denkt.

Sollte aber auch der Naturforscher die Einflüsse jener beseligenden Erscheinungen entbehren, wenn

er

er gestehen muß, daß ihm eine Wolke die Ansichten des Universum's benimmt, welche den Geist entzücken und hinreißen; wenn er gestehen muß, daß bisher jede Entdeckung seine Nachforschungen geflohen hat, daß seine Arbeiten bloß die Hoffnung zur Folge gehabt haben, künftige Bemühungen zu erleichtern, so darf er doch immer noch mit Stolz auf die herrlichsten Belohnungen rechnen.

Das Forschen des menschlichen Geistes vermehrt nicht nur unsere Stärke, die wir bereits besitzen, sondern bringt auch in dem Menschen neue und wirksamere Kräfte hervor. Bloß durch Anstrengung werden die Fähigkeiten der Seele und des Körpers gigantisch und mächtig; und giebt es wohl ein süßeres Gefühl, als das Gefühl der Seele, welche über ihre Kraft die lebhafteste Freude empfindet? welche mit ihrer Anstrengung zufrieden ist, und sich noch für den wichtigern Wirkungskreis geschickt fühlt, den sie noch zu erwarten hat?

Allein hat auch die Wissenschaft, mit der wir uns bald beschäftigen wollen, wirklich die vortrefflichen Eigenschaften, die ich so eben angegeben? Wenn ich diese Frage bejahe, so fühle ich zugleich, daß Sie mir in dieser Rücksicht künftig, durch eigene Erfahrung bewogen, Beyfall geben werden.

Die Elektricität kann in mehrerer Hinsicht viel zur Bildung des menschlichen Geistes beytragen. Ihre neuen Grundsätze, so wenig ihrer auch sind, verstatten dennoch eine ausgebreitete Anwendung. Jedoch können sie nur die gehörig anwenden, welche sich mit Geduld durch Verwirrungen und Schwierigkeiten durch zu arbeiten verstehen. Auch sind die elektrischen Erscheinungen mit den Wirkungen mehrerer Ursachen verschlungen. Sie verlangen daher, daß man mit Sorgfalt zu trennen, mit Scharfsinn

zu

zu verbinden, mit Strenge zu wählen, und mit Deutlichkeit und Bestimmtheit zu ordnen verstehe. Ueberdieß erfordert diese Wissenschaft Arbeit der Hände eben sowohl, als des Kopfes, das heißt, Uebung in den nöthigen Handgriffen, verbunden mit der Fähigkeit, neue Versuche zu erfinden, und ihnen Verschiedenheit zu geben. Täglich werden überdieß der elektrischen Thatsachen mehrere, und man hat daher Gelegenheit, dadurch seine Gedächtnißkraft zu stärken. Die Resultate ihrer Versuche lassen sich nicht in ein allgemeines System vereinigen. Sie sind gleichsam isolirt, mithin macht das Erinnern an jede kleine Verschiedenheit eine besondere Anstrengung der Seele nothwendig, und daher hat es so viel Schwierigkeit, sich mit allen ihren Erscheinungen im einzelnen so genau bekannt zu machen, daß man dadurch in den Stand gesetzt werden sollte, es in Hinsicht auf ihre Zuverläßigkeit oder ihre Erklärungen weiter zu bringen.

Kurz unsere Wissenschaft ist ganz dazu gemacht, das Gedächtniß zu stärken, die Kraft der Ideenverbindung zu beleben, und uns an ein so mühsames und wiederholtes Nachdenken zu gewöhnen, als zu Verarbeitung der Bilder und Eindrücke der Seele, die wir zuvor mit eben so vieler Mühe geprüft und gewählt haben, erforderlich ist.

Wohlan; lassen Sie uns also den Entschluß fassen, die Elektricität als eine Wissenschaft zu studiren, welche in jeder Hinsicht das allgemeine Interesse der Gelehrsamkeit, so wie auch ihre eigene Belehrung begünstigt; widmen Sie ihr einen Theil Ihrer strengsten Aufmerksamkeit, machen Sie sie zu einem Gegenstande der Arbeit und Geduld, und wenn Sie Unzufriedenheit oder Ermüdung anwandeln sollte, so entschließen Sie sich, sie entweder ganz bey Seite zu

ſetzen, oder ſie mit Eifer und Beharrlichkeit zu verfolgen, und ihr Ihre Kräfte mit größter Anſtrengung zu weihen.

Die Vorſchriften, welche ſich in Hinſicht auf die Erlernung der Elektricität als einer beſondern Wiſſenſchaft geben laſſen, ſind von doppelter Art.

Erſtlich, es giebt Vorſchriften, welche ſich auf den Nutzen beziehen, den Ihnen der Vortrag des Lehrers gewähren ſoll.

Zweytens, es giebt wiederum andere, durch welche Sie bey Ihren künftigen eignen Bemühungen, den Vorrath von bereits bekannten Thatſachen zu vergrößern, oder die unbekannten Geſetze und Grundſätze der Elektricität zu enthüllen, geleitet werden.

Fürs Erſte, bey Anhörung der gegenwärtigen Vorleſungen müſſen Sie ſich Mühe geben, Ihre Augen und Ihr Gedächtniß unbeſchäftigt zu erhalten, damit Sie die Regeln einſehen können, nach welchen die verſchiedenen Theile unſeres Apparates vereinigt ſind. Auf dieſe Art werden Sie im Stande ſeyn, ſolche Ideen, die ich mich bemüht haben werde, Ihnen durch mündliche Beſchreibung mitzutheilen, aufs neue mit Anſtrengung zu unterſuchen und zugleich zu berichtigen.

Bey meinem Unterrichte habe ich zugleich die Abſicht, Ihnen behülflich zu ſeyn, daß Sie ſich ſelbſt weiter bringen können. Ich mache daher damit den Anfang, daß ich die einfachſten Werkzeuge, und die Erſcheinungen, welche ſich unmittelbar aus ihrem Gebrauche ergeben, beſchreibe. Sodann gehe ich nach und nach weiter, indem ich den bereits beſchriebenen Werkzeugen nur noch einige wenige Stücke beyfüge, und Sie mit den Reſultaten von jedem insbeſondere bekannt mache. Habe ich Ihnen die Werkzeuge gehörig beſchrieben, ſo wende ich mich zu den Verſuchen,

ſo,

ſo, daß hernach jede Erſcheinung immer mit den vorhergegangenen Beſchreibungen gleichen Schritt halten ſoll. Auf dieſe Weiſe kömmt man dem Gedächtniſſe durch Wiederholung zu Hülfe, und man prägt ihm das, was es durch das Ohr empfangen hat, mittelſt des Eindrucks aufs Auge noch feſter ein.

Mehrere junge Leute haben eine ſehr verderbliche Gewohnheit. Sie thun nähmlich nichts, als aufs Papier ſehen, und das unrichtig nachſchreiben, was ſie ſich von dem Vortrage des Lehrers unvollſtändig gemerkt haben. Ihre Arbeit wird dadurch ſo verwickelt, daß es ſchlechterdings nicht möglich iſt, ſie mit einiger Genauigkeit oder bis zu einem gewiſſen Grade zu unterrichten. Sie haben zu einer Zeit zu ſchreiben, zu ſehen, die Ausdrücke, der ſie ſich nicht recht mehr erinnern, zu ergänzen, und das zu faſſen, was ihnen in der Sprache des Lehrers unverſtändlich iſt, welcher, wenn er gehörig aus dem Gedächtniſſe lieſet, oft nicht weiß, ob er nicht verſuchen ſoll, die Worte und die Ordnung ſeiner vorzutragenden Sätze zu verändern, wenn ihm die Mienen ſeiner Zuhörer zu verkündigen ſcheinen, daß ſie ihn nicht verſtehen.

Ihre vorzüglichſte Sorge geht eigentlich erſt dann an, wenn die Vorleſung zu Ende iſt. Sie müſſen, ſobald es möglich iſt, das zu Papiere zu bringen verſuchen, was Sie in Ihrem Gedächtniſſe behalten haben; denn Sie können ſicher überzeugt ſeyn, daß Sie im Stande ſeyn werden, das, was Sie gut gefaßt haben, aufzuſchreiben. Ein ſicherer Beweis, daß Sie nichts gelernt haben, iſt der, wenn Sie unfähig ſind, die Ihnen mitgetheilten Ideen ſchriftlich auszudrücken. Ueberdieß ſehen Sie auch aus dem Aufgeſchriebenen, was und wie viel Sie wirklich gelernt haben, und Sie können ſich noch mehr Kenntniſſe erwerben, und die bereits erlangten berichtigen, wenn Sie zu Ihrem

Lehrer oder zu solchen Büchern, die über den Gegenstand Ihrer Untersuchung geschrieben sind, Ihre Zuflucht nehmen, oder wenn Sie sich Mühe geben, die Versuche, die man Ihnen gezeigt hat, mit Hülfe des Apparates zu wiederholen, und die Umstände, die Sie vergessen hatten, sich wieder ins Gedächtniß zurück zu rufen. — Bey der Experimentalphysik aber ist es von großem Nutzen, die nähmlichen Vorlesungen zweymal zu hören. Denn wenn Sie auf diese Art die bereits gesammelten Kenntnisse aufs Neue prüfen, so gelangen die Früchte, welche Ihnen beym ersten Vortrage zu Theil wurden, durch den zweyten erst zu ihrer gehörigen Reife.

Zweytens, sollte Ihre Liebe zur Wissenschaft, während des Unterrichts selbst, so stark werden, daß Sie dadurch bestimmt würden, sie weiter zu verfolgen, so haben Sie alsdann noch auf mehrere andre neue Umstände Rücksicht zu nehmen. Sie müssen sich dann einen eigenen Apparat anschaffen, und sich geduldig allem dem unterwerfen, was zur Bildung eines geschickten Experimentators unumgänglich nothwendig ist.

Ich werde Ihnen in diesen Vorlesungen die zu unserer Wissenschaft erforderlichen Instrumente sehr genau beschreiben. Allein wenn Sie die besten davon kennen, so müssen Sie auch wissen, daß es zwey Wege giebt, auf denen man sie sich verschaffen kann. Sie müssen entweder zu denen Ihre Zuflucht nehmen, welche von der Verfertigung derselben leben, oder Sie müssen sie sich selbst verfertigen. Die erstere Methode ist mit vielen Kosten verbunden, und sie entzieht der Elektricität einen ihrer größten Vortheile, den nähmlich, daß man sich ohne große Kosten mit ihr beschäftigen und sie weiter ausbilden kann. Ueberdieß ist sie auch bey weitem die langsamste. Denn wer die Versuche

ſuche gehörig anſtellet, muß ſie auf tauſenderley Art verändern; und die verlieren viel Zeit und Mühe, und verſchwenden ihre Kräfte unnütz, welche ſich deshalb allemal an einen phyſicaliſchen Inſtrumentenmacher wenden, und dann noch dazu warten müſſen, bis es ihm gelegen iſt.

Können Sie ſich entſchließen, ſelbſt Hand ans Werk zu legen, ſo haben Sie nur wenig Geräthſchaften nöthig. Das erſte und wichtigſte Stück iſt eine Drechſelbank, damit Sie ſich Kugeln, Kappen und die Füße von Ihren Statiwen ſelbſt verfertigen können. Wirklich wenn Sie mit dieſer Maſchine nur erſt etwas um zu gehen gelernt haben, können Sie ſich auch faſt alle die zur Elektricität erforderlichen verſchiedenen Werkzeuge verſchaffen.

Ein Blasrohr iſt erforderlich, um Glasröhren biegen, und andre von einer beträchtlichen Stärke öffnen oder ſchmelzen zu können. Die Kunſt, mit ziemlicher Genauigkeit zu feilen; Holz und Glas mit Zinnfolie zu belegen, ſo daß keine Spitzen, Ecken oder Runzeln bleiben; verbunden mit einiger Geſchicklichkeit in den erſten Anfangsgründen der Chemie; dieſe Künſte, ſage ich, nebſt der Kunſt zu drechſeln und Glas zu blaſen, begreifen alle mechaniſche Geſchicklichkeiten in ſich, welche dem Elektriker nothwendig ſind. Bey der weitern Verfolgung unſerer Wiſſenſchaft müſſen ſich natürlich mehrere noch nicht bekannte Erforderniſſe ergeben; allein dieſe werden, wenn Sie ſich ſelbige verſchafft haben, Ihnen die Sache nur noch intereſſanter machen, und Sie werden ſich über Ihren glücklichen Fortgang freuen.

In den Vorleſungen, die Sie nun bald hören werden, können Sie nur über die wichtigſten Theile unſerer Wiſſenſchaft Belehrung erwarten. Um ein Beträchtliches aber können Sie Ihre Kenntniſſe in

Hin-

Hinsicht auf Elektricität vermehren, wenn Sie folgende Schriften mit Aufmerksamkeit lesen.

Dr. Benj. Franklins Briefe von der Elektricität. (aus dem Engl. von J. C. Wilke. Leipzig, 1758. 8.)

Dr. Joseph Priestley's Geschichte und gegenwärtiger Zustand der Elektricität, nebst eigenthümlichen Versuchen, (übers. von Joh. Georg Krünitz, Berlin, 1772. 4.)

Tiberius Cavallo's vollständige Abhandlung der theoretischen und praktischen Lehre von der Elektricität, nebst eignen Versuchen. (aus dem Engl. übers. und mit Anmerk. und Zusätzen begleitet. 4te Auflage. Leipzig, 1797. 2. B. 8.)

Eine kleine Abhandlung, welche viel Besonderes über positive und negative Elektricität enthält, von Dr. Milner, aus Maidstone, in Kent.

Hrn. Brook's Vermischte Erfahrungen über die Elektricität, Luftpumpe und Barometer. (a. d. Engl. von Dr. Kühn. Leipzig, 1790. 8.)

Hrn. Bennet's „Neue Versuche“, und

Hrn. Read's „Abhandlung über die freywillige Elektricität der Erde und der Atmosphäre.

In den Philosophischen Transactionen findet sich wenig, was Dr. Priestley nicht im Auszuge in seine Geschichte aufgenommen haben sollte.

Ausländer machen mehr die Chemie, als die Elektricität zum Gegenstande ihrer Untersuchungen. Daher werden Sie in ihren Journalen eben nichts finden, das der Mühe lohnte, sie durchsucht zu haben, die Abhandlungen von Volta ausgenommen, die sich in den Scelta d'Opuscoli interessanti finden.

Vorle-

Vorlesungen über die Elektricität.

Erste Vorlesung.

Von der Erregung der ursprünglichen Elektricität in den Körpern überhaupt, und von dem Unterschiede der positiven und negativen Elektricität.

Alle elektrischen Erscheinungen, welche sich durch Kunst hervorbringen lassen, sind eine Folge des Reibens. Reibt man ein Stück trocknes Seidenzeug, Haare, ein Stück Wollenzeug, Leder oder Haut an einer Fläche von Glas, Siegellack, Harz, Bernstein oder überhaupt von irgend einem härenen oder resinösen Körper, so erhält die geriebene Fläche eine Kraft, leichte Körper anzuziehen, z. B. den Flaum von Federn, die herumfliegenden Theilchen des Staubes, leinene und seidene Fäden, wenn man sie frey aufhängt. Hält die geriebene Fläche nur einige Zoll, so bemerkt man ein knisterndes Geräusch, so bald man ihr den Finger nähert; eine Erscheinung von Licht, wenn man die geriebene Fläche an einen finstern Ort trägt; endlich eine stechende Empfindung, wenn man sie der Haut nahe bringt.

Die Handlung des Reibens nennt man, wofern sie von jenen Wirkungen begleitet wird, die Erregung der ursprünglichen Elektricität eines Körpers (excitation of a body) und alle Körper, in denen sich die ursprüngliche Elektricität erregen läßt, elektrische.

Mit der Handlung jener Erregung der ursprünglichen Elektricität sind mehrere besondere Umstände verbunden, die ich jetzt Ihrer Aufmerksamkeit empfehlen will.

I. Wenn sich auf der Oberfläche Ihres elektrischen Körpers nur etwas weniges Feuchtigkeit oder Schmutz befindet, so wird sich seine ursprüngliche Elektricität in weit geringerem Grade erregen lassen. Dieß gilt jedoch nicht von Fett, und anderer entzündbarer Materie. Durch Oel kann man, wenn man es mäßig gebraucht, die Wirkung der Erregung der ursprünglichen Elektricität verstärken; und Sie werden noch in der Folge sehen, daß man sich zu dieser Absicht eines Amalgams von Metallen und einigen fetten Substanzen täglich zu bedienen pflegt.

II. Dieses Verfahren äußert auf verschiedene Körper verschiedene Wirkungen. Dieß läßt sich am besten durch ein Beyspiel zeigen.

Fig. 1. Taf. 1.

A B ist eine Glassäule, wenigstens sechs Zoll hoch; B C ein hölzerner Fuß, in welchem die Glassäule fest gemacht ist; A D ein Drath, an dessen stumpfem Ende zwey feine seidene Fäden e, f befestigt sind, deren Länge wenigstens vier Zoll beträgt. Bringt man nun die Fläche von glattem Glase, in welchem man zuvor die ursprüngliche Elektricität erregt hat, nahe an die Fäden e, f, so werden sie aus einander gehen, und in die Lage von g und h kommen. Wenn man aber

den

den Fäden g und h in dieſer Lage eine geriebene Fläche von Wachs, Harz, matt geſchliffenem Glaſe, u. ſ. f. nähert, ſo kommen ſie wieder in die Lage von e, f. Umgekehrt, wenn man zuerſt das geriebene Wachs, Harz, oder matt geſchliffene Glas an die Fäden bringt, ſo wird eine Trennung erfolgen, und das nachherige Annähern des geriebenen Glaſes wird die Fäden wieder zuſammen bringen.

Es iſt wohl zu merken, daß man von jeder geriebenen Fläche, welche die durch glattes Glas aus einander getriebenen Fäden wieder zuſammen bringt, ſagt, ſie ſey negativ elektriſch; von jeder andern Fläche hingegen, welche, bey ihrer Annäherung, keine Wirkung hervorbringt, oder die Fäden noch mehr aus einander treibt, ſie ſey poſitiv elektriſch. Umgekehrt, hat man die Fäden durch geriebenes Siegellack aus einander getrieben, ſo iſt jede Fläche, die ſie wieder zuſammen bringt, poſitiv, und jede Fläche, die ſie weiter aus einander treibt, oder keine Veränderung bewirkt, negativ geladen.

Auf die Geſchicklichkeit, dieſen verſchiedenen Zuſtand zu beſtimmen, kömmt in unſerer Wiſſenſchaft gegenwärtig ſehr viel an. — Die Elektriker haben daher zu dieſem Behufe mehrere Werkzeuge erfunden, weil ſie der Meynung geweſen ſind, daß einige von ihnen dieß genauer und deutlicher angäben, als andere.

Bey ſehr feinen Verſuchen hat man ſich, ſtatt der zwey Fäden e, f Fig. 1. nur eines Fadens bedient. Und zwar hat man dazu, um ihn für den geringſten Einfluß empfänglich zu machen, den allerfeinſten ſeidenen Faden genommen, ſo wie er unmittelbar vom Seidenwurme kömmt. Elektriſirt man nun einen ſolchen Faden durch eine elektriſirte Fläche, ſo wird er von einer andern Fläche, die ſich in Anſehung der Elektricität in einem entgegengeſetzten Zuſtande befindet, ſo-

gleich angezogen werden. Einige haben auch die Enden solcher Fäden mit Kugeln von Holundermark versehen.

Alle Werkzeuge dieser Art werden jedoch von einem neuerlich erfundenen übertroffen, das ich jetzt beschreiben will *).

Fig. 2. Taf. 1.

A B ist ein Stück Messing, welches durch den Hals des gläsernen Gefäßes A F C D geht. An dem Ende desselben B sind zwey Streifen von Goldblättchen m und n befestigt. Den Boden des Gefäßes P g hat man gewöhnlich von irgend einem Metall gemacht, und mit diesem zwey Streifen von Zinnfolie, o, p verbunden. Die meßingene Kugel A muß man mit einem Loche versehen, damit man einen Teller, oder etwas der Art, daran befestigen kann.

Die Vortrefflichkeit dieses Instruments bestehet in dem schnellen Auseinandergehen der Goldblattstreifen, sobald man ihm einen elektrisirten Körper nähert.

Die augenblickliche Bewegung, welche man an den Goldblattstreifen wahrnimmt, sobald man die Kugel A mit einer ausdünstenden Flüßigkeit in Berührung bringt, zeigt, wie sehr dieses Instrument vor allen andern Elektroskopen den Vorzug verdiene **).

Die

*) Der Erfinder desselben ist Herr Abraham Bennet zu Paris. A. d. U.

**) Seine große Empfindlichkeit macht aber auch, daß es da, wo es auf Erforschung der Beschaffenheit der Elektricität ankömmt, oft ungewisse Resultate giebt. In solchen Fällen ist das von Cavallo erfundene, (S. dessen Abhandlung über die Elektricität, neueste Auflage, Leipzig 1797. II. B. S. 19. u. f.) das mit dem Saußürischen im Wesentlichen übereinkömmt, auf jeden Fall vorzuziehen, welches auch einen hohen Grad der Empfindlichkeit besitzt. A. d. U.

Digitized by Google

Die Maaße der einzelnen Theile dieſes Inſtruments ſind folgende. — Es hält gewöhnlich etwa vier Zoll im Durchmeſſer, und iſt fünf Zoll hoch. Der Durchmeſſer des Halſes richtet ſich nach der Größe des Meſſingdraths. Die Goldblattſtreifen ſind etwa zwey Zoll lang und $\frac{1}{4}$ Zoll breit. An das Ende B muß man ein Stückchen Holz oder Elfenbein anſchrauben, ſonſt laſſen ſich die Goldblattſtreifen nicht füglich befeſtigen *).

Die Zinnfolie geht gewöhnlich in dem gläſernen Gefäße ſo hoch herauf, als die untern Enden der Goldblattſtreifen herabreichen. Ich würde ein größeres Gefäß vorziehen, damit man breitere und längere Streifen von Goldblatt gebrauchen könnte, folglich auch eine größere Fläche der elektriſchen Atmoſphäre in dem Gefäße ausgeſetzt werden möchte; die Zinnfolie und den meſſingnen Boden aber würde ich ganz weglaſſen, weil ſie nur machen, daß ſich die Atmoſphäre eher entladet, als man ſie unterſuchen kann **).

*) Cavallo (a. a. O. S. 177. u. f.) ſchlägt vor, dieß Ende mit einer Art von Zange zu verſehen, und die Goldblattſtreifen dazwiſchen zu klemmen. Hier iſt aber nöthig, daß man das eine Ende von beyden Goldblättchen mit einem Streifen von Goldpapier verſieht, welches in Geſtalt eines lateiniſchen T daran befeſtiget wird. Solcher vorgerichteter Streifen kann man mehrere in einem Buche bey ſich tragen, ein Paar davon, wenn man das Inſtrument gebrauchen will, in jene Zange einklemmen, und es auf dieſe Art portativ machen; eine Eigenſchaft, die es ſonſt nicht hat, weil die Goldblattſtreifen beym Forttragen und Bewegen des Inſtruments leicht verdorben werden. A. d. U.

**) Die Streifen von Zinnfolie dienen hauptſächlich dazu, die Elektricität, welche ſich an der innern Seite des gläſernen Gefäßes oft anzuhäufen pflegt, abzuleiten, und das Anhängen der Goldblattſtreifen an dieſe Seite zu verhindern, welches ſonſt ſehr oft erfolgen,

III. Der entgegengesetzte Zustand elektrisirter Körper, den ich Ihnen so eben angegeben, und Sie unterscheiden gelehrt habe, schränkt sich nicht bloß auf die Fläche verschiedener Körper ein. Man kann ihn auch auf den entgegengesetzten Flächen ein und desselben Körpers wahrnehmen; sodann an verschiedenen Stellen von einer und derselben Flüssigkeit; endlich auch bisweilen auf einer Fläche. Die entgegengesetzten Seiten von geriebenem Glase sind jederzeit positiv und negativ elektrisch. — In einiger Entfernung von dem Theile der Atmosphäre, welcher Zeichen von positiver Elektricität giebt, findet man immer einen andern, an dem man Spuren der entgegengesetzten Elektricität wahrnimmt; ja man hat sogar gefunden, daß eine drey Fuß lange geriebene Glasröhre die Goldblattstreifen an verschiedenen Stellen abwechselnd bald aus einander treibt, bald zusammenbringt.

IV. Die Zeit, in welcher Glas, Wachs, Harz, u. s. f. die Kraft verlieren, welche sie durch Reiben bekommen haben, läßt sich nicht füglich bestimmen. Ich habe Gründe, zu glauben, daß eine solche Fläche, wenn man sie nur in recht trockner Luft erhält, Jahre lang ohne neues Reiben elektrisch bleibe.

V. Man kann in Körpern von jeder Dicke die ursprüngliche Elektricität erregen. Ich besitze einige sehr dicke Glascylinder, die nicht merklich weniger Wirkung thun, als andere dünnere, welche der Elektriker a priori vorgezogen haben würde. So habe ich auch Glas-

folgen, und den Versuchen mit diesem Instrumente hinderlich seyn würde. Daher dürfte man wohl diese und den messingenen Boden nur dann weglassen, wenn man sich eines Gefäßes von einer solchen Größe bediente, daß die Wände desselben von den Goldblattstreifen gar nicht berührt werden könnten.

A. d. U.

Glasſtäbe gerieben, und dieſe zeigten eben ſo viel Kraft, als Röhren von dem nämlichen Durchmeſſer.

VI. Der Wirkungskreis eines elektriſirten elektriſchen Körpers, oder die Entfernung, bis zu welcher er Anziehen oder Zurückſtoßen äußert, wie ich Ihnen mittelſt der Goldblattſtreifen gezeigt habe, hängt, wie wir kühn behaupten können, von der Größe und Güte deſſelben ab.

Doch bringen auch die verſchiedenen Temperaturen und die Feuchtigkeit der Luft, in Anſehung der Größe jenes Wirkungskreiſes, beträchtliche Verſchiedenheiten hervor. Einige wenige herumfliegende Staubtheilchen werden ſchon andere Reſultate bewirken; eben ſo das Offenſtehen der Thüre, eine Verſtärkung des Athmens oder der Ausdünſtung des Operators; und mehr, als alles, die Menge von den herumfliegenden Theilchen, welche beſtändig auf die Fläche eines elektriſirten Körpers fallen.

Man hat ſich viel Mühe gegeben, das Geſetz des elektriſchen Einfluſſes zu beſtimmen. Der Graf Stanhope iſt dabey mathematiſch zu Werke gegangen, und hat zwiſchen den Verſuchen ſelbſt, und den Folgerungen, die er aus einigen abſtrakten Sätzen zog, die genaueſte Uebereinſtimmung gefunden *). Herr Morgan, der im Rechnen und der Finanzwiſſenſchaft bekanntlich ſehr erfahren iſt, hat uns die beſte Methode an die Hand gegeben, dieſes Geſetz durch Verſuche darzuthun.

Fig. 3. Taf. 1.

A iſt das gerundete Ende einer elektriſirten Fläche.

B C iſt ein metallener Stab, welcher an der Spitze E ſehr ſubtil aufgehängt iſt.

*) S. Lord Mahon's Grundſätze der Elektricität. A. d. Engl. Leipzig, 1789. 8. Abſchn. I—VII. A. d. U.

C F dient dazu, um ein gewiſſes Gewicht zu tragen, welches an das Ende des Stabes gebracht werden ſoll.

Dieſer Apparat muß ſo leicht ſeyn, als möglich; am beſten iſt, man macht ihn von Rohr und Kork, und überzieht ihn mit Zinnfolie.

Während ſich nun die Fläche A in einem elektriſchen Zuſtande befindet, bringt man B bis zu einer gewiſſen Entfernung davon, und bemerkt genau das Gewicht, welches durch ihren Einfluß bewegt wird. Eben dieß thut man in einer zweyten, dritten, vierten Entfernung.

Man wird hierbey in den Reſultaten einige Verſchiedenheit bemerken, welche daher kömmt, weil man die Fläche unmöglich eine beträchtliche Weile in einerley Zuſtande der Elektricität erhalten kann. Dieſe Verſchiedenheit aber iſt ſehr unbedeutend, und bey einer großen Menge von Verſuchen nahm das Gewicht beynahe nach dem Quadrate der vergrößerten Entfernung ab.

Zweyte Vorleſung.

Theoretiſche Vermuthungen über die Urſachen der elektriſchen Erſcheinungen, und Anwendung derſelben auf Thatſachen.

Bisher habe ich Sie Ihre Aufmerkſamkeit bloß auf Thatſachen richten laſſen; und wir haben nunmehr ſchon einen feſten Grund gelegt. Jetzt will ich Sie nun in das Gebiet der Wahrſcheinlichkeiten führen, und, indem ich Vermuthungen mit Erfahrungen verbinde, mich bemühen, Ihnen eine allgemeinere Ueberſicht

ſicht von den Ereigniſſen zu geben, die ich Ihnen bloß als Folgen des Reibens vorgeſtellt, und von denen ich Ihnen geſagt habe, ſie ſtänden unter einander in keiner andern Verbindung, als daß ſie einen ganz einfachen Proceß gemeinſchaftlich begleiteten.

Warum das Reiben der elektriſchen Körper die Folgen habe, die Sie nur erſt kennen lernten, dieß iſt eine Frage, welche ſich Ihnen nach dem, was Sie bereits geſehen und gehört haben, ſogleich aufdringen muß. Ich will jetzt ſie zu beantworten verſuchen.

Alle elektriſchen Erſcheinungen müſſen von etwas körperlichem herrühren.

Die Wahrheit dieſes Satzes läßt ſich leicht daraus erweiſen, weil die Materie, die wir die elektriſche nennen, bey ihrem Durchgange einige Körper ausdehnt, die meiſten aber durchbohrt. Es giebt aber auch Thatſachen, welche ihm, dem erſten Anſcheine nach, zu widerſprechen ſcheinen. Hierher gehört unter andern der Umſtand, daß man einem Stabe, den man ganz frey und leicht aufgehangen hat, keine Bewegung mittheilen kann, wenn man auch die größtmöglichſte Menge Elektricität zu dem einen von ſeinen Enden hineingehen läßt. — Wenn, könnte man fragen, in dieſem Falle wirklich ein Körper, von auch noch ſo geringer Quantität, mit der größten gedenkbaren Geſchwindigkeit an das eine Ende des Hebels ſtieße, müßte da nicht wenigſtens einige Bewegung ſtatt finden? Hierauf läßt ſich kürzlich antworten, daß wir mehrere dem vorhergehenden völlig ähnliche Fälle anführen können, welche in Rückſicht der dabey vorkommenden Umſtände dieſer Sache allen Zweifel benehmen.

Eine Kanonenkugel, welche durch das Ende eines ganz ſubtil aufgehangenen hölzernen Hebels geht, wird in ihm keine Bewegung hervorbringen; und dieſen beſondern Umſtand könnte man mit dem nähmlichen Rechte

zum Beweiſe anführen, daß eine Kanonenkugel nichts ſey, als in dem vorhergehenden Falle, wo man beweiſen wollte, daß die Urſache der elektriſchen Erſcheinungen kein Körper ſey.

Wenn wir aber dem, was wir deswegen ſehr richtig elektriſche Materie nennen, ſeine körperliche Beſchaffenheit nicht abſprechen, ſo wollen wir nun auch auf die Folgen hiervon Rückſicht nehmen. Es folgt nähmlich hieraus: Erſtlich, daß die elektriſche Materie, wie alle andere körperlichen Subſtanzen, die Fähigkeit beſitze, anzuziehen, und angezogen zu werden. Zweytens, daß ſie, welches eine Folge jener Fähigkeit iſt, mit andern Körpern eine Verbindung eingehe, und daß, ſo wie die Natur der Subſtanzen, mit denen ſie eine Verbindung eingeht, verſchieden iſt, ſo auch der Grad der Kraft, welche ſich bey jener Verbindung äußert, eine gleiche Verſchiedenheit zeige. Drittens, daß, wenn die elektriſche Materie von einem Körper getrennt wird, dieſe Trennung daher kommen müſſe, weil die Kraft, welche ſie mit jenem Körper vereinigte, geſchwächt wurde, und auf dieſe Art die Anziehungskraft eines andern Körpers die Oberhand behielt; oder auch daher, weil die Kraft eines dritten Körpers ſehr verſtärkt, und ſo das Gleichgewicht aufgehoben wurde.

Wir wollen annehmen, ein Körper A beſitze die Fähigkeit funfzig Theilchen elektriſcher Materie mit ſich zu vereinigen, oder das Geſetz ſeiner Conſtitution ſey ſo beſchaffen, daß er dieſen funfzig Theilchen verſtatten könne, ſich an ihn anzuhängen, wenn er ſich nahe an einem andern Körper B befände, oder mit ihm in Berührung käme, welcher gegen eben ſoviel ſolcher Theilchen gleichfalls Anziehungskraft äußern ſoll. Wenn ſich nun hier eine ſolche Veränderung ereignen ſollte, daß B zwanzig Theilchen mehr bekäme, und A nur dreißig

dreißig behielte, ſo müßte dieſe Veränderung entweder von einer Schwächung der Anziehungskraft von A, oder von einer gleichmäßigen Verſtärkung dieſer Kraft von B herkommen. — Da wir alſo aus der körperlichen Natur der elektriſchen Materie gezeigt haben, daß jede Trennung derſelben von einem Körper entweder von einer Verminderung der Anziehungskraft in dem Körper, welcher die elektriſche Materie entläßt, oder von einer Verſtärkung dieſer Kraft in dem Körper, welcher ſie aufnimmt, herkommen müſſe, ſo wollen wir nunmehr unterſuchen, wie etwa das Reiben eine ſolche Veränderung bewirken könne.

Wenn wir die Natur des Reibens genau betrachten, ſo finden wir, daß es nichts anders ſey, als eine Folge von gegenſeitigem Drucken oder Berühren der verſchiedenen Theile von verſchiedenen Körpern; und die Frage iſt hier nur die, ob eine jede Berührung von zwey verſchiedenen Körpern nothwendig mit einer Veränderung ihrer Anziehungskraft verbunden ſey, oder ob eine genaue Vereinigung eines Seiden- Haar- oder Ledertheilchens u. ſ. f. mit einem Glastheilchen auch von einer Veränderung der Capacität dieſer Körper, Elektricität zu halten, begleitet werde. — Wenn wir dieſe Frage zugeben, ſo läßt ſich die eigentliche Art und Weiſe, auf welche das Reiben wirkt, leicht einſehen. Ich glaube mich deutlicher zu erklären, wenn ich mich auf analoge Thatſachen berufe.

Vitriol- Salpeter- oder Kochſalzſäure enthalten eine große Menge Wärmeſtoff; eben ſo auch Waſſer. Vermiſcht man aber das letztere mit einer von jenen Säuren, ſo wird die Capacität der gemiſchten Subſtanzen, Wärmeſtoff zu halten, vermindert, folglich wird eine Menge Wärmeſtoff, gleich nach der gemachten Vermiſchung, frey, und von den nahe liegenden

Kör-

Körpern absorbirt, je nachdem diese geschickt sind, Wärmestoff aufzunehmen.

Weiter, wenn man Salz und Wasser unter einander mengt, so erhält man eine Mischung, welche eine größere Capacität, Wärmestoff aufzunehmen, besitzt; daher fühlt sie sich sehr kalt an, d. h. sie zieht den Wärmestoff von allen Körpern an, die mit ihr in Berührung kommen. Denen, welche die körperliche Beschaffenheit des Wärmestoffs leugnen, können, wie ich glaube, die vorhergehenden Beyspiele bloß zur Erläuterung dienen. Meiner Meynung nach sind es wirkliche Zersetzungen. Es wird nähmlich ein Bestandtheil frey, weil die Kraft, die ihn anzog, durch die Vereinigung von zwey andern verringert wurde.

Wenn nun aber ein Sauer- oder Wassertheilchen eine andere Substanz verläßt, weil eine dritte sich ihr genähert, oder sie berührt hat, warum soll nicht auf gleiche Weise ein Theilchen von elektrischer Materie frey werden, weil die Capacität von zwey Körpern größer oder geringer ist, wenn man sie fest an einander drückt, als wenn sie getrennt sind?

Die Beyspiele, die ich angeführt habe, so wie überhaupt alle, die man aus der Chemie entlehnen könnte, lassen sich aber, möchte man sagen, nur auf flüssige Körper anwenden; da hingegen das Freywerden der Elektricität in den bekanntesten Fällen nur dann statt findet, wenn die Flächen von zwey festen Körpern vereinigt werden.

Wenn wir dieß nur ein wenig genauer untersuchen, so werden wir finden, daß die angeführten Beyspiele mehr dem Grade, als ihrer Natur nach verschieden sind. Bringt man flüssige Körper zusammen, so berühren sie sich auf das vollkommenste; denn die Theilchen der Körper nähern sich nach mehrern Richtungen, als wenn sich bloß die Flächen von zwey festen Körpern berühren.

rühren. Allein in beyden Fällen iſt Berührung da, bloß mit dem Unterſchiede, daß ſie bey feſten Körpern zwiſchen zwey Theilchen nur in einem Punkte ſtatt findet. Meine Idee alſo von der Wirkung des Reibens iſt kürzlich folgende: wenn man zwey elektriſche Körper feſt an einander drückt, ſo beſitzen ſie, ſo lange ſie beyſammen bleiben, die Fähigkeit, mehr elektriſche Materie aufzunehmen, oder weniger feſt zu halten, und wenn man dieß zugiebt, ſo laſſen ſich auch, dünkt mich, die verſchiedenen Erſcheinungen ſolcher Körper, in denen die urſprüngliche Elektricität erregt worden iſt, leicht erklären.

Man könnte aber doch noch fragen, warum, wenn die Veränderung der Flächen von zwey Körpern bloß davon herkäme, weil die Körper näher zuſammen gebracht würden, das bloße Berühren nicht die nähmliche Wirkung veranlaſſete? Hierauf antworte ich, daß mir alle die Beyſpiele von freywilliger Elektricität, welche Wilke, Aepinus und andere aufgeſtellt haben, eben ſo viel Beweiſe für die vorhergehende Theorie zu ſeyn ſcheinen. In allen dieſen Fällen ſehen wir, daß Flächen elektriſch werden, unter ſolchen Umſtänden, unter denen man ſich hiervon vernünftigerweiſe keine andere Urſache, als das bloße Berühren, denken kann.

I. Schmelzt man Schwefel in einem irdenen Gefäße, welches von einem leitenden Körper getragen wird, ſo wird der Schwefel, wenn er kalt, und aus dem Gefäße herausgenommen worden iſt, ſtark elektriſch ſeyn.

II. Schmelzt man Schwefel in gläſernen Gefäßen, ſo wird das Glas, nach dem Erkalten des Schwefels, poſitiv, und der Schwefel negativ elektriſch ſeyn, das Gefäß mag von elektriſchen Körpern getragen werden, oder nicht.

III. Wenn

III. Wenn man Siegellack ſchmolz, und in eine gläſerne Schale goß, ſo erhielt es negative, das Glas hingegen, im Falle man das Siegellack davon trennte, poſitive Elektricität.

IV. Schmolz man aber Siegellack, und goß es auf Schwefel, ſo wurde es poſitiv, und der Schwefel negativ.

V. Man ſchmolz Schwefel in metallenen Schalen. So lange er darinnen war, konnte man keine Elektricität entdecken, nahm man ihn aber heraus, ſo zeigte ſich merklich Elektricität; die Schale wurde negativ, der Schwefel poſitiv.

Aus dem vorhergehenden iſt, glaube ich, klar, daß Berührung allein hinlänglich ſey, Elektricität hervorzubringen *). Ich will nun noch hinzuſetzen, daß bloß in dem Falle, da man die Berührung ſo vollkommen, als möglich, macht, Elektricität in einem ſehr merklichen Grade hervorgebracht werde. — Mit Hülfe Bennets neuem Elektroſkope ſehen wir, daß die geringſte Ausdünſtung (welche ſicher in einer Vereinigung von Waſſer- und Luftheilchen beſteht) unmittelbar Zeichen von Elektricität hervorbringt. In der Folge werde ich noch mit Mehrerem zeigen, wie ſich alle elektriſchen Erſcheinungen unſerer Atmoſphäre mit Wahr-

*) Dieß folgt doch wohl nicht ganz unwiderſprechlich aus jenen Verſuchen. Denn nach den genauen Verſuchen der Herren van Marum und Paets van Troostwyck (S. Experiences ſur la cauſe de l'Electricité des ſubſtances fondues et refroidies, im Journ. de phyſ. Octobr. 1788. p. 148.) zeigte ſich, ſo lange ſolche geſchmolzene Maſſen in den Gefäßen ruhig ſtehen blieben, nicht die mindeſte Elektricität. Wiewohl man ſich auch hier vielleicht eine gegenſeitige Bindung der durch das bloße Berühren hervorgebrachten entgegengeſetzten Elektricitäten denken könnte, wodurch ſie für uns latent werden müßten. A. d. U.

Wahrſcheinlichkeit auf die nähmliche Quelle zurückführen laſſen.

Ehe ich dieſen Gegenſtand verlaſſe, will ich Ihnen noch die Gründe erklären, warum, der vorhin aufgeſtellten Hypotheſe zu Folge, das Reiben in mehrern Fällen weit wirkſamer ſeyn müſſe, als der bloße Druck.

Wir wollen annehmen, A ſey ein Seidentheilchen, und mit einem Glastheilchen, das wir B nennen wollen, in Berührung gebracht. Durch das Zunehmen der Anziehungskraft nun, welches von jener Vereinigung herrührt, erhalten die vereinigten Körper die Fähigkeit, einen Theil der elektriſchen Materie anzuziehen, welcher gleich fünf ſeyn ſoll. Kaum iſt nun A von B entfernt, ſo kömmt mit letzterem ein anderes Seidentheilchen in Berührung, und bringt eine ähnliche Wirkung hervor. Jetzt beträgt nun die angehäufte Menge zehn. Sodann kömmt wieder ein drittes Theilchen mit B in Berührung, wodurch die Anhäufung gleichfalls vergrößert wird. Während man nun das Reiben fortſetzt, ſo wird nach und nach eine Reihe von ſolchen Wirkungen durch eine Reihe von mehrern auf einander folgenden Vereinigungen und Trennungen hervorgebracht. Denn ſo bald A von B getrennt iſt, ſo kömmt es wieder in den Zuſtand, in welchem es ſich vor der Vereinigung befand, und läßt folglich den Theil, den es durch die Vereinigung bekommen hatte, wieder fahren. Wenn Sie nun annehmen, daß A und B, ſtatt einzelner Theilchen, ganze Fläche wären, deren einzelne Theile alle zu gleicher Zeit wirkten, ſo können Sie ſich leicht denken, wie viel ſtärker dann die Wirkung ſeyn müßte.

In dem erſtern Falle, ſagte ich, würde die Capacität von A und B durch ihre Vereinigung vergrößert. Wäre ſie verringert worden, ſo hätten die Wirkungen verſchieden ausfallen müſſen; denn in dieſem Falle würden ſie, nach dem Aufheben ihrer Berührung, in den

Stand

Stand geſetzt worden ſeyn, das, was ſie durch die Vereinigung verloren hatten, wieder aufzunehmen. — Doch ich will mich mit der Unterſuchung über die Folgen des Reibens nicht länger aufhalten, da ſie ſich leicht erklären laſſen, wenn wir annehmen, daß die elektriſche Materie die Beſchaffenheit eines Körpers habe, und zugeben, daß in der Anziehungskraft verſchiedener Körper, wenn ſie mit einander in Berührung gebracht werden, eine Veränderung vorgehe. — Jetzt will ich Ihnen die andern Erſcheinungen zu erklären ſuchen, mit denen ich Sie in dieſer Vorleſung bekannt gemacht habe.

I. Das Anziehen leichter Körper von elektriſirten Flächen iſt nichts anders, als die Zurückwirkung der elektriſchen Flüſſigkeit auf die Subſtanzen, die ſie verlaſſen hat. Wenn man einen Magnet und ein Stück Eiſen in einiger Entfernung von einander frey aufhängt, ſo werden ſich beyde Körper, d. i. der anziehende ſowohl, als der angezogene bewegen. Eben ſo zieht auch in Fig. 1. Taf. 1. die elektriſche Materie den ſeidenen Faden, indem ſie ihn verläßt, mit ſich nach der elektriſirten Fläche hin; wenn aber der ſeidene Faden elektriſche Materie empfängt, ſo wird er von der elektriſirten Fläche, dem Anſcheine nach, zurückgeſtoßen; denn die elektriſche Materie ſtrömt dann in die umliegende Luft, folglich wird ihre Richtung auch die Richtung des Fadens.

II. Der Grund, weshalb Schmutz der Erregung von Elektricität hinderlich iſt, wird in der Folge erklärt werden. Die Verſtärkung derſelben aber durch den mäßigen Gebrauch von Oel, u. ſ. f. kann man, wofern man nähmlich die vorhin aufgeſtellten Grundſätze zugiebt, wie mich dünkt, mit einiger Wahrſcheinlichkeit der vollkommnern Berührung, welche auf dieſe Weiſe bewirkt wird, beymeſſen, vielleicht auch der Verän-

Veränderung, welche das gegenſeitige Berühren von einigen Körpern in höherem Grade veranlaßt, als von andern.

III. Es läßt ſich, wenn wir anders die Wirkung des Reibens richtig erklärt haben, leicht einſehen, daß die Dicke eines Glaſes auf die Stärke der Erregung ſeiner Elektricität keinen weſentlichen Einfluß haben könne. Denn hier wirken bloß die Theilchen auf ſeiner Oberfläche, und die Verminderung oder Verſtärkung der Capacität derſelben kann von der Menge der elektriſchen Materie, welche den Theilchen inwendig anhängt, nicht ſehr abhängen.

IV. Wenn eine Fläche eine gewiſſe Menge elektriſcher Materie aufgenommen, oder verloren hat, ſo muß ſie nothwendig ſo lange Zeichen von Elektricität von ſich geben, bis man ihr einen Körper nahe genug gebracht hat, daß ſie entweder ihren Mangel erſetzen, oder ihren Ueberfluß wegſchaffen könne. Die Luft kann ſolche Wirkungen nicht hervorbringen; mithin könnten wir auch, wenn ein elektriſirter Körper bloß von Luft umgeben würde, nicht füglich erwarten, daß, nach mehrern Jahren, in Rückſicht ſeines poſitiven oder negativen Zuſtandes, einige Veränderung ſtatt finden werde.

Dritte Vorlesung.

Von den Werkzeugen überhaupt, deren man sich zu Erregung der Elektricität insgemein zu bedienen pflegt, und von dem dadurch hervorgebrachten elektrischen Funken.

Bisher haben wir uns bloß auf die gewöhnlichsten Wirkungen der Erregung der ursprünglichen Elektricität eingeschränkt, oder auf die Veränderungen, welche entstehen, wenn man solche Körper, die man, weil sich ihre ursprüngliche Elektricität erregen läßt, elektrische nennt, entweder unmittelbar reibt, oder das Reiben ohnweit ihrer Oberflächen verrichtet. Wenn wir weiter gehen, so wird der Gebrauch solcher Werkzeuge, mit denen man elektrische Erscheinungen hervor zu bringen pflegt, allmählig immer verwickelter. Bis jetzt haben wir nur von einem trocknen Stück Glas, Harz, Bernstein, u. s. f. Gebrauch gemacht, welches mit einem Stück seidenen Zeuges, Haut, Pelz oder Leder gerieben wurde. Der Bequemlichkeit wegen haben die neuern Elektriker zu Anwendung der Kraft des Reibens insgemein eine cylindrische Fläche genommen, von welcher ein Theil von einem mit Haaren ausgestopften und mit Leder überzogenen Küssen ganz leicht gedrückt wird, damit nach und nach, beym Umdrehen der cylindrischen Fläche, ein beträchtlicher Theil derselben gerieben werde.

Die Berührung der beyden elektrischen Körper wird insgemein noch durch ein Stück Seidenzeug vergrößert, welches so breit, als das Küssen ist, von dem obern Theil desselben anfängt, und etwa die Hälfte der Fläche,

Fläche, welche gerieben werden soll, bedeckt. — In der Folge werde ich hiervon Gründe angeben, so wie überhaupt diesen und jeden andern Theil des elektrischen Apparates genauer beschreiben.

In der letzten Vorlesung haben Sie gesehen, daß sich eine gewisse Menge von jener Flüssigkeit an dem Theile des Glases anhäufte, der so eben gerieben worden war. Diese angehäufte Menge nun bringt gewisse Erscheinungen hervor, welche man bemerken kann, wenn man zu unserem Apparate noch folgendes beyfügt.

Fig. 4. Taf. 1.

Man befestige an einen Glasstab A B (je länger und fester er ist, desto besser ist er, nur muß er nicht zu dick oder unförmlich seyn) eine metallene Röhre D C, etwa zwey Fuß lang, und vier Zoll im Durchmesser. Diese Röhre muß keine Ecken, Spitzen, noch andere Erhöhungen haben. An die Seite dieser Röhre, die unter dem Namen des Leiters hinlänglich bekannt ist, befestige man, wie bey g h, eine Reihe von Spitzen. Wenn nun das Glas herumgedrehet wird, so stelle man diese Spitzen gerade dem Theile des Glases gegenüber, der so eben gerieben ist, oder eben erst die Seide verlassen hat. In wenig Augenblicken werden Sie einen glänzenden Funken bemerken, der von den Spitzen nach dem Küssen hingeht. Bringen Sie nun den Knöchel Ihres Fingers, oder das Gelenk Ihrer Hand nahe an den Leiter, so wird der Funke darauf schlagen. In dem nähmlichen Augenblicke werden Sie einen vernehmlichen Schall, verbunden mit einer unangenehmen Empfindung in dem getroffenen Theile bemerken; und wenn der Cylinder und die metallene Röhre groß sind, werden Sie in den Gelenken und dem Ellenbogen eine heftige Erschütterung fühlen. — Die hauptsächlichsten Umstände, auf die Sie bey dem vorher beschriebenen

Verfahren aufmerksam seyn müssen, sind: der Schall des Funkens, — die Verschiedenheiten desselben, welche von den verschiedenen Gestalten des Leiters abhängen, — die Gestalt des Funkens, — seine Länge, — die Gewalt oder Stärke desselben, — und endlich das Glänzen desselben.

I. Der Schall.

Wenn man den Leiter an dem einen Ende spitzig zulaufen läßt, und an dieses eine kleine Kugel, nicht über einen Zoll im Durchmesser, befestigt, so wird der Funke verlängert, allein der Schall desselben wird ein wenig schwächer. Dieser ist am stärksten, wenn man den Funken von einer ebenen Fläche zu der andern überschlagen läßt. Denn in diesem Falle geht er nach einer ganz geraden Richtung, mithin ist hier das Aneinanderstoßen der verschiedenen Theilchen desselben, welches den Schall hervorbringt, am stärksten. Das schlangen- oder zickzackförmige des Funkens dient zum Beweise, daß die elektrische Flüssigkeit auf ihrem Wege einige Schwierigkeit findet, (wenn ich mich so ausdrükken soll) die Hindernisse, auf die sie stößt, zu überwältigen. Je mehr folglich dieses Zickzack an Größe zunimmt, desto mehr nimmt, wie Sie jederzeit bemerken können, der Schall ab, oder er wird dumpfer. Lassen Sie den Funken durch eine an beyden Enden verstopfte Glasröhre gehen, so verschwindet der Schall fast ganz. Bey diesem Versuche muß die Glasröhre recht trocken seyn, sonst wird man nicht leicht vermeiden können, daß nicht alle elektrische Materie, welche nahe an dem Leiter angehäuft wird, längs den Seiten des Glases hin entweiche.

Noch in einer sehr frühen Periode unserer Wissenschaft bemerkte ein Elektriker einige Aehnlichkeit zwischen dem Getöse eines kleinen Funkens, und dem

Knalle

Knalle des Donners. Ich muß gestehen, daß ich ofe einigermaßen stutzig ward, wenn ich über diese von Herrn Grey wahrgenommene Aehnlichkeit nachdachte. Allein es kam mir doch immer wahrscheinlich vor, er möchte wohl hier mehr seinem guten Glücke und seiner Kühnheit in theoretischen Vermuthungen, als seinen tiefen Kenntnissen der Natur zu verdanken gehabt haben. Sie werden jedoch in der Folge sehen, daß der helle, krachende und ungetheilte Schall eines Funkens und das dumpfe wiederhallende Brüllen des Donners identische Wirkungen einer und derselben Ursache sind, welche bloß dem Grade, nicht ihrer Natur nach, von einander abweichen.

II. Verschiedenheiten, welche von der Gestalt und Größe des Leiters abhängen.

Unzählich sind die Verschiedenheiten, welche sich zeigen, wenn man diesen Theil des elektrischen Apparates abändert. Im Ganzen scheint seine Wirkung darinnen zu bestehen, daß er die elektrische Materie, welche auf dem Cylinder angehäuft wird, einer gewissen Menge Luft mittheilt, welche die Materie sonst nicht erreicht haben würde, und die augenblickliche Entladung der geladenen Luft befördert, wenn nähmlich die Umstände so beschaffen sind, daß eine Entladung erfolgen kann. Könnte man, wenn die Luft geladen ist, den Leiter vernichten, so würde in Ansehung der Anhäufung der elektrischen Materie gar keine Veränderung erfolgen. Denn die ganze Ladung würde noch in der umliegenden Luft bleiben. Auf der andern Seite würde die Luft nie in einem Augenblicke oder auf einmal entladen werden können, wofern man nicht den Leiter wieder in seine vorige Lage brächte.

Alles bisher gesagte läßt sich durch einen Versuch beweisen. — Wenn man, statt des Leiters, eine

ſtarke Kette, oder mehrere mit einander verbundene Kugeln gebraucht, und alles ſo einrichtet, daß die Kette, oder die Kugeln, ſobald, als die Luft geladen iſt, in eine iſolirte Schale herabfallen, — ſo wird man, nach dem Wegnehmen der Schale, finden, daß die Kette oder Kugeln kaum einige Zeichen von Elektricität von ſich geben; da hingegen der Zuſtand der Luft, in welcher die Kette aufgehängt war, kaum einige Veränderung erlitten haben wird. Denn wenn man die Kette wieder in den nähmlichen Luftraum zurückbringt, ſo wird aus ihm gegen die Hand oder einen andern metallenen Körper, bey dem Annähern derſelben, ein Funke ſchlagen†. Was ich ſo eben geſagt habe, wird hinreichend ſeyn, Sie zu überzeugen, daß ſich, von der Materie, welche von Ihrem Leiter ausſtrömt, ſo groß er auch ſeyn mag, nichts in ihm ſelbſt anhäufe, ſondern daß die Atmoſphäre allein geladen werde; und bloß hierauf müſſen Sie Ihre Begriffe von Verluſt oder Ueberfluß, der hier ſtatt findet, einſchränken††. Ich empfehle dieſen Umſtand hauptſächlich Ihrer Aufmerkſamkeit, weil ich gefunden habe, daß man bey Bildung einiger neuen Theorien die größten Irrthümer begangen hat, welche bloß daher entſtanden ſind, weil man hiervon entweder gar keinen oder einen unrichtigen Begriff hatte.

Die metalliſche Beſchaffenheit des Leiters iſt ein Umſtand, welcher zunächſt unſere Aufmerkſamkeit auf ſich ziehet.

Macht man ihn von Holz, und bringt ihn an eine elektriſirte Fläche, ſo wird ſich eine gewiſſe Menge von der umliegenden Luft, wie in dem vorhergehenden Falle, laden, allein die Luft wird die elektriſche Materie nur ſehr langſam aufnehmen. Ueberdieß kann auch die Materie, ſo viel ihrer auch durch Holz der Luft zugeführt worden ſeyn möchte, nicht in einem Augenblicke ausge-

† d. i. [illegible] ſchlage; d. i. der Widerſtand.

†† d. i. jeder Leiter iſt nur, als die Oberfläche eines Leiters, zu betrachten, bis die Elektricität durch die Luft [illegible] wird.

ausgeladen werden, wie dieß bey den metallenen Leitern der Fall ist; sondern wenn man ihm eine metallene Kugel nähert, so geht die Materie in einem anhaltenden, stillen Strome, oder unter der Gestalt eines Funkens über, der von wenig oder gar keinem Schalle begleitet ist. Mit andern Worten, es wird einige Zeit erfordert, der geladenen Atmosphäre die Materie, welche sie enthält, zu entziehen.

Wenn man, statt des Holzes, ein Stück Glas, Siegellack, oder einen andern ursprünglich elektrischen Körper an die Stelle des metallenen Leiters setzt, so wird sich gar keine Veränderung zeigen; d. h. es wird sich nur so viel Luft laden, als sich ladet, wenn man gar keinen Leiter in die Nähe des elektrisirten Cylinders bringt.

Von dieser besondern Eigenschaft haben die elektrischen Körper den Nahmen Nicht-Leiter erhalten; — und in ihr finden wir auch den Grund, weshalb man metallene Körper nicht anders laden kann, als wenn man sie auf jene stellet. Denn weil die letztern kein Vermögen besitzen, die elektrische Materie von einem Theile der Atmosphäre bis zu einem andern fort zu leiten, so verstatten sie auch der Menge elektrischer Materie, welche rings um den metallenen Leiter angehäuft worden ist, nicht, zu entweichen. — Einen elektrischen Körper, den man den metallenen Leiter tragen läßt, nennt man einen Isolator, welchen Nahmen man ihm auch in mehrern andern Fällen, wo er zu ähnlichen Absichten dient, beylegt.

III. Die Gestalt des Funkens.

Diese hängt lediglich von der Größe der Oberfläche des Theils ab, von dem er ausgeht, und des Körpers, welcher ihn aufnimmt.

Zieht man den Funken aus einer Kugel von zwey oder drey Zoll im Durchmesser, so wird er sehr gerade gehen.

Zieht man ihn aus einer kleinen Kugel von einem halben Zoll im Durchmesser, so wird er sich unter der Gestalt eines Zickzacks zeigen.

Sollte sich aber der Leiter in eine Spitze oder Ecke endigen, oder sonst eine andere scharfe Erhöhung an ihm befindlich seyn, so wird die elektrische Materie auf die Körper, welche man diesen Stellen nähert, in einem divergirenden ununterbrochenen Strome übergehen, oder, wenn keine solche Körper in der Nähe sind, in die Luft ausströmen, so, daß man über einen halben Zoll weit von der Spitze nichts einem Funken ähnliches hervorbringen kann, die Maschine müßte denn ungewöhnlich groß seyn. Steht jedoch die Spitze oder Ecke nicht vor, sondern ist sie hineingedrückt, so, daß sie mit der Fläche des Leiters in einer Ebne liegt, so erhält man einen so vollkommnen Funken, als wenn der Theil, von dem er ausgeht, völlig rund wäre.

Bisher habe ich Ihnen bloß gezeigt, in wiefern die Gestalt des Funkens von der Figur des Theils abhängt, von dem er ausgeht; eben diese Wirkung hängt nun, wie man bemerkt hat, auch zugleich sehr von der Figur des Theils ab, der ihn empfängt. Es zeigt sich kein Funke, wenn man dem Leiter eine Spitze nähert, oder wenn man den Körper, welcher die elektrische Materie auffangen soll, zugespitzt hat. Steckt man aber die Spitze in eine Kugel, so, daß sie nicht über die Fläche derselben hervorragt, so erhält man einen gehörigen Funken; ja man kann sogar eine metallene Spitze so einrichten, daß sie einen Funken erhält, wenn man sie nähmlich an einen metallenen Körper befestiget, der von der Hand, oder von irgend einem andern leitenden, mit der Erde verbundenen Körper durch

ein

ein trocknes Stück Glas getrennt ist, dessen Länge mit der Entfernung der Spitze von dem Leiter zusammengenommen, nicht größer seyn muß, als die gewöhnliche Schlagweite des Funkens in der Luft.

IV. Die Länge des Funkens, oder die Verschiedenheit der Entfernung, durch welche der Funke von dem Leiter aus hindurchgeht.

Diese hängt von mehrern besondern Umständen ab. Solche sind: die Länge und der Durchmesser des Leiters; die Form des Theils, von dem der Funke ausgeht; die Größe des Cylinders, oder die Entfernung des Küssens von den Spitzen, welche die elektrische Materie sammeln; endlich, die Lage des Leiters.

1. Wenn man den Leiter bloß in Ansehung der Länge vergrößert, so wird der Funke, durch diese Veränderung, eher kürzer, als länger. Diese Wirkung bemerkte Dr. Priestley noch in einer sehr frühen Periode seiner elektrischen Untersuchungen. Sein Versuch wurde, wo ich nicht irre, mit einem Drathe angestellt, der einige Ellen lang war, und nicht über $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser hatte. Das Ende dieses Drathes gab, wenn man ihn so stark, als möglich, ladete, keinen längern Funken, als ein Leiter, der zwey Fuß lang war, und zwey Zoll im Durchmesser hielt. In der Scelta d' Opuscule findet man eine Abhandlung von Herrn Volta über den nähmlichen Gegenstand; aus dieser siehet man, daß mehrere Stäbe acht Fuß lang, und einen halben Zoll im Durchmesser, die in einer Entfernung von zwölf Zollen von einander aufgehängt waren, keinen so langen Funken gaben, als ein Leiter von der nähmlichen Länge, und etwa zwölf Zoll im Durchmesser. Herr Brook, aus Norwich, hat diesen Gegenstand mit dem größten Fleiße verfolgt.

Dieser verband, wie ich selbst gesehen habe, etwa zwanzig mit Zinnfolie überzogene Stäbe, welche etwa sechs und einen halben Fuß lang waren, und ¾ Zoll im Durchmesser hielten, in einer Entfernung von beynahe einem Fuße von einander. Der ganze Apparat glich, wenn er vollständig war, einem großen Roste, der mittelst gläserner Stäbe an der Decke aufgehängt war. — Von diesem so sehr ausgedehnten Leiter erinnere ich mich nicht, jemals einen Funken gesehen zu haben, der über sechs Zoll gewesen wäre. — Dagegen habe ich an einem Leiter von acht Fuß Länge und fünf Zoll Durchmesser oft Funken schlagen sehen, welche neun und ein Viertel Zoll lang waren, ohngeachtet man sich in beyden Fällen ein und desselben Cylinders bediente.

Aus dem vorhergehenden siehet man, daß die Vergrößerung der Länge eines Leiters nichts zur Länge des hervorzubringenden Funkens beyträgt. Die Frage, welche aus diesem Schlusse entsteht, ist sehr natürlich.

2. Angenommen, man vergrößerte die Länge und den Durchmesser zugleich, wird dann die Wirkung wohl verschieden ausfallen? Diese Frage kann ich, nach meiner eignen Erfahrung, verneinen. Wenn ein Cylinder von vierzehen Zoll im Durchmesser die stärkste Wirkung that, und ich mich eines Leiters von acht Zoll Durchmesser, und zwölf Fuß Länge bediente, erhielt ich einen nicht halb so langen Funken, als wenn ich den nähmlichen Cylinder, und einen eben so dicken, aber nur sechs Fuß langen Leiter gebrauchte. Ich habe mehrere Gründe zu glauben, daß ein Leiter, drey Fuß lang, und sechzehen Zoll im Durchmesser, einen längern Funken gegeben haben würde, als einer von den vorhergehenden.†

Jetzt wollen wir noch einen andern Umstand betrachten, welcher ebenfalls auf die Länge des Funkens beträchtlichen Einfluß hat.

3. Ich

† [illegible] A.

[illegible] A.

Digitized by Google

3. Ich meyne das Verhältniß der Größe des Cylinders zu der Größe des Leiters. Ist der Durchmesser des Leiters an Ihrer Maschine klein, so wird er sich lange, ehe er völlig geladen ist, über die Oberfläche des Cylinders weg, in das Küssen ausladen. Ist der Leiter sehr lang, so wird ihn schon ein kleiner Cylinder bis zu einer beträchtlichen Stärke laden. — Ich habe Herrn Brook einen Cylinder, von nicht mehr als vier Zoll im Durchmesser, nebst dem bereits beschriebenen rostförmigen Leiter brauchen sehen; der auf diese Weise erhaltene Funken war so stark, daß ich ihn kaum aushalten konnte; dahingegen ein Leiter, sechs Zoll im Durchmesser, und über fünf Fuß lang, sehr bald mit hinlänglicher Stärke geladen wurde, daß die elektrische Materie über den Cylinder wegschlug, und auf diese Weise nur ein sehr unbedeutender Funke entstand.

Der Zustand der Kindheit, in welchem sich unsere Wissenschaft gegenwärtig noch befindet, erlaubt uns nicht, die Schlagweite eines gegebenen geladenen Leiters mit einiger Zuverlässigkeit anzugeben. — Drey und zwanzig Zoll ist wohl die größte Länge eines Funkens gewesen, welchen ein Leiter, sechs Fuß lang, und zwölf Zoll im Durchmesser gegeben hat. Beym Umdrehen dieser Maschine bemerkte ich, daß man keinen längern Funken erhalten konnte, weil die Ladung über den Cylinder, der achtzehen Zoll im Durchmesser hatte, weg nach dem Küssen hin gieng.

In diesen Fällen giebt es eine gewisse Grenze, die man bis jetzt noch nicht durch die Erfahrung hat bestimmen können. Jetzt will ich noch einen andern Umstand Ihrer Aufmerksamkeit empfehlen, von dem die Länge des Funkens auch großentheils abhängt.

4. Die Stellung des Leiters. — Ehedem, auch noch ganz neuerlich hatte man die Gewohnheit, den Leiter

ter so zu stellen, daß er mit der Seite des Cylinders einen rechten Winkel bildete; — eine nachtheilige Folge von dieser Methode war, daß man zum Sammeln der elektrischen Materie schlechterdings nicht mehr, als drey bis vier, etwa ¼ Zoll von einander abstehende Spitzen gebrauchen konnte. Daher entwich ein großer Theil jener Materie in die hölzernen Kappen und das Küssen. — Ueberdieß kömmt auch der Leiter durch diese Lage ganz aus der Atmosphäre des Cylinders. Man kann die Wirkung hiervon, und von den übrigen Nachtheilen, welche ich angegeben habe, unmittelbar wahrnehmen, wenn man die Maschinen, bey welchen die rechtwinklichte Stellung beybehalten ist, mit solchen vergleicht, bey denen die Veränderung angebracht ist, welche Herr Nairne zuerst an seiner Patentmaschine mit der Stellung des Leiters vorgenommen hat.

5. Auch die Größe der Kugel, aus welcher man den Funken zieht, ist ein Umstand, der mit der Länge des elektrischen Funkens im Verhältnisse steht.

Wenn ich durch die Erfahrung fand, daß es ohnmöglich war, von den Seiten des Leiters einen Funken über vier Zoll zu erhalten, so konnte ich gemeiniglich aus einer Kugel von 1¼ Zoll im Durchmesser, am Ende des nähmlichen Leiters, einen zehen Zoll langen Funken ziehen. Beträgt die Kugel nicht mehr, als ¼ Zoll im Durchmesser, so wird die Materie in beständigen Blitzen ausströmen, und nicht unter der Gestalt eines dichten Körpers übergehen, man müßte denn die Entfernung des schlagenden Körpers von dem empfangenden beträchtlich verringern.

Da wir nun über den Schall, die Gestalt und die Länge des Funkens hinlängliche Betrachtungen angestellt haben, so wollen wir jetzt fortgehen,

V. Zu

V. Zu seiner Gewalt oder Stärke.

Diese nimmt nicht mit seiner Länge zu. Im Gegentheil ist man durch das Gefühl, und durch andere Beweise überzeugt worden, daß der Funke, den man aus dem Leiter selbst zieht, schmerzhafter ist, als der, welchen man aus der hervorstehenden Kugel, die entweder an der Seite oder dem Ende desselben befestigt ist, bekömmt.

Ueberdieß giebt ein sehr großer Leiter zwar nur einen sehr kurzen Funken; vergleicht man ihn aber mit andern, welche durch einen siebenmal längern Luftraum hindurchschlagen, so zeigt er offenbar mehr Gewalt. Herr Volta hat sich viel mit diesem Gegenstande beschäftiget. Er findet dieß ganz durch die Erfahrung bestätigt; allein hier sind wir, wie in so vielen andern Fällen, lange noch nicht so weit gekommen, daß wir in dieser Rücksicht ein ganz bestimmtes Gesetz gefunden haben sollten.

Dr. Priestley hat, bloß nach Anleitung seines Gefühls, bemerkt, daß die Gewalt des Funkens sehr verstärkt werde, wenn man zwischen den Leiter und die Kugel, welche die in jenem enthaltene Materie auffängt, eine metallene Kugel brächte. Ich habe hierüber oft Versuche angestellt, und jederzeit solche Empfindungen gehabt, wie sie Dr. Priestley beschreibt.

In der Scelta d'Opusculi steht eine sehr weitschweifige und anmaßliche Beschreibung einer Methode, die Gewalt des Funkens zu verstärken, von einem gewissen Herrn Litta, dessen auffallende Geschwätzigkeit eben so merkwürdig ist, als der Irrthum, den er begeht. Nachdem er auf mehrern Quartseiten zum Lobe seiner Entdeckung die Aufmerksamkeit des Lesers gespannt hat, läuft das Ganze auf eine dunkle Beschreibung von einem Verfahren hinaus, nach welchem er statt des Leiters, eine Leidner Flasche an den geriebenen Cylinder bringt,

bringt, und folglich hier die Stärke des Schlages mit der Gewalt des Funkens verwechselt.

VI. Das Licht des Funkens.

Ein merkwürdiger Umstand der elektrischen Materie, bey ihrem Durchgange durch die Luft, ist das Licht. — Wenn nähmlich die Kugel, auf welche der Funke schlagen, und die, aus welcher er gezogen werden soll, nicht über ½ Zoll von einander abstehen, so wird man, während dem Drehen der Maschine, einen beständigen Strom von glänzendem Lichte wahrnehmen. Vergrößert man die Entfernung der Kugeln, so werden eben so glänzende Funken sehr schnell auf einander folgen. Beträgt jedoch die Entfernung vier Zoll, so wird sich der Funke, die Maschine müßte denn sehr groß seyn, verändern, so wie man die Gestalt des Leiters an seinem Ende verändert; denn eine Kugel von einem Zoll im Durchmesser wird einen Funken geben, dessen Ränder ins Purpurrothe fallen, und von dem sich mehrere Aeste ausbreiten werden, welche der Farbe nach gleichfalls dem Purpur oder Indigo gleichen. — Der Glanz des Funkens ist am stärksten, wenn er durch eine Röhre geht, und seine Farben sind am schwächsten, wenn er sich sehr theilt. Läßt man sich den Leiter in eine Spitze endigen, so hat der Lichtbüschel, welcher in die Luft ausströmt, eine bläuliche Farbe. Beym weitern Verfolg unserer Wissenschaft werden die sonderbaren Eigenschaften des elektrischen Lichtes mehrmals unsere Aufmerksamkeit beschäftigen.

Ich muß Sie jetzt wieder daran erinnern, daß alle die besondern Umstände, welche ich Ihnen eben vorgetragen habe, lediglich davon abhiengen, daß wir eine metallene Röhre von einer gewissen Größe in paralleler oder perpendiculärer Lage an den elektrisirten Cylinder brachten. Jetzt wollen wir weiter gehen, und unserem Apparate noch ein Stück beyfügen, dessen Wirkungen, wenn man sie mit den bisher erzählten vergleicht, von

selbi-

selbigen nur dem Grade nach verschieden sind, oder welche unmittelbar aus denselben Ursachen herfließen. Da man aber mit Hülfe desjenigen, wodurch sich das bisher Vorgetragene erklären läßt, leicht auch mehrere andere Erscheinungen erklären kann, so will ich Ihnen jetzt bloß Thatsachen erzählen, und damit so lange fortfahren, bis Sie durch Erfahrung in den Stand gesetzt seyn werden, unsere Wissenschaft mehr im Allgemeinen zu übersehen.

Vierte Vorlesung.

Ueber das Laden elektrischer Körper.

An die Stelle des Leiters, oder der isolirten metallenen Röhre, deren Wirkungen, wenn man sie nähmlich an eine elektrisirte Fläche bringt, Sie aus dem, was ich Ihnen in meiner letzten Vorlesung vortrug, kennen gelernt haben, wollen wir nun ein cylindrisches gläsernes Gefäß setzen, dessen innere und äußere Seite mit Zinnfolie belegt ist, so, daß nur ein schmaler Theil von seinen beyden Flächen unbedeckt bleibt. Dieser Theil geht von dem Rande des Glases inwendig und auswendig, etwa zwey Zoll herabwärts. Mit der Zinnfolie an der inwendigen Seite des Gefäßes ist ein Drath verbunden, dessen oberes Ende sich mit dem elektrischen Körper, dessen ursprüngliche Elektricität erregt worden ist, in Berührung befindet. Dieser Apparat ist Fig. 5. Taf. 1. vorgestellt. Wird nun, wenn alles so vorgerichtet ist, der elektrische Körper elektrisirt, so lassen sich folgende Erscheinungen wahrnehmen. Das Eindringen eines Stroms von elektrischer Materie in die innere Seite des gläsernen Gefäßes; ein Lichtpunkt

an

an jeder Empfangspitze des Leiters, welcher, wenn man das Elektrisiren noch einige Secunden fortgesetzt hat, von der Erscheinung von mehrern elektrischen Strömen begleitet wird, die von den Spitzen nach dem Küssen hin gehen.

Bald folgt dann ein plötzlicher Knall, und dieser wird von einer glänzenden Lichterscheinung begleitet, wobey die elektrische Materie von der innern Belegung nach der äußern übergeht.

Diese Wirkung nennt man die freywillige Entladung des gläsernen Gefäßes, und dieses letztere ist den Elektrikern unter dem Nahmen der Leidner Flasche bekannt.

Wenn man aber bey diesem Verfahren, ehe noch der plötzliche Knall, oder die freywillige Entladung erfolgt, den Drath und die äußere Belegung mit einem metallenen, an beyden Enden mit metallenen Kugeln versehenen Drathe oder Stabe (S. Fig. 6. Taf. 1.) verbindet, so wird man den nähmlichen Knall, nur in einem geringeren Grade, und die nähmliche Lichterscheinung wahrnehmen.

Untersucht man aber in beyden Fällen das gläserne Gefäß nach der Entladung, so wird man finden, daß noch ein kleiner Ueberrest von elektrischer Materie zurückgeblieben sey, welcher sich wegschaffen läßt, wenn man die innere und äußere Belegung abermals durch Metall verbindet. Legen Sie, vor der Entladung der Flasche, die eine Hand an die äußere Belegung, und berühren alsdann mit der andern Hand den Drath, so geht dann die elektrische Materie durch Ihre Arme und Ihren Körper, wobey Sie in demselben Augenblicke eine sehr heftige und schmerzhafte Erschütterung fühlen.

In den Wirkungen, die ich kürzlich angeführt habe, lassen sich eine Menge Verschiedenheiten wahrnehmen, wenn man folgende Theile des Apparates verändert:

dert: 1) Das gläserne Gefäß; 2) Die Belegung; 3) Die unbelegte Fläche des Glases; 4) Den Luftraum, zwischen dem Drathe und Glase; 5) Die metallenen oder andern Substanzen, wodurch man die Entladung bewirkt.

I. Das gläserne Gefäß.

Wenn dieß sehr dünn ist, und der unbelegte Theil an jeder Seite nicht unter einen Zoll beträgt, so wird die Entladung von einem rauhen, krachenden Getöse begleitet seyn, und an einer Stelle des Glases wird man, nach einiger Untersuchung, ein kleines Loch finden, von welchem mehrere Sprünge ausgehen, so daß es einem Sterne ähnlich sieht. Ist hingegen das Glas sehr dick, ich meyne etwa $\frac{1}{4}$ Zoll, so wird die freywillige Entladung eher erfolgen, allein die Gewalt und die Menge der elektrischen Materie, welche sich jetzt entladet, wird weit geringer seyn, als vorher, wo das Glas dünner war.

Die Verschiedenheiten, welche sich zeigen, wenn man die Gestalt des gläsernen Gefäßes verändert, sind nicht zahlreich, noch von einiger Bedeutung. Ist der Durchmesser des Halses sehr klein, so kömmt der Droth so nahe an den unbelegten Theil des Glases, daß dadurch die freywillige Entladung beträchtlich beschleunigt wird.

Immer erhält man die nähmlichen Resultate, das belegte Glas mag, statt der cylindrischen, eine cubische, sechseckige, oder irgend eine andere Gestalt haben.

Ich muß noch hinzu setzen, daß alle elektrischen Körper ähnliche Erscheinungen hervorbringen, wenn man sie auf ähnliche Art behandelt. Zum gewöhnlichen Gebrauche ziehet man jedoch insgemein Glas vor, weil man ihm am leichtesten die erforderliche Gestalt und Dicke geben kann. Es hat aber doch eine Eigenschaft,

worinnen es allen übrigen elektrischen Körpern nachsteht: die Fähigkeit nähmlich, Feuchtigkeit anzuziehen. Denn wenn der unbelegte Theil des Gefäßes aus der umliegenden Atmosphäre Feuchtigkeit angezogen hat, so läßt es sich nicht laden, wofern man es nicht von Neuem abwischt und abtrocknet. Dieß ist beym Gebrauche von sehr vielen Flaschen sehr nachtheilig. Unter allen mir bekannten Substanzen ist Talk diesem Fehler am wenigsten unterworfen. Ich habe ein Blättchen davon geladen, und einige Stunden der Luft ausgesetzt, ohne auf das Isoliren desselben besonders Acht zu geben, und dennoch seine Ladung nur sehr wenig vermindert gefunden.

II. Die Belegung.

Es ist zu bemerken, daß eine metallische Belegung schlechterdings nothwendig sey, wenn die beschriebenen Wirkungen eintreten sollen. Ohne eine solche Belegung wird die Flasche, wenn sie auch rein und trocken ist, dennoch nur eine sehr unbedeutende Ladung annehmen, und auch diese geringe Menge elektrischer Materie, welche sich so gesammelt hat, läßt sich nicht auf einmal entladen. Wenn man zwischen der auswendigen und inwendigen Seite eine metallene Verbindung macht, so wird man kaum etwas einem Schlage ähnliches hervorbringen können. Statt eines Knalles hört man bloß ein knisterndes Geräusch; und statt des Funkens erscheint ein schwacher Strom zwischen dem Drathe, welcher die innere Seite berührt, und der Kugel, welche mit der äußern Seite verbunden ist. Die Erscheinungen der Leidner Flasche wurden zuerst entdeckt, als man Wasser hinein gegossen hatte. Allein Versuche haben gelehrt, daß Wasser, auch wenn das Gefäß damit bis zu der gehörigen Höhe angefüllt, und auswendig bis zu der nähmlichen Höhe belegt ist, keine vollkommene Entladung

ladung zuläßt, welches man leicht aus dem Schalle und der schwachen Farbe des Funkens abnehmen kann.

Musschenbroek, und einige andere Gelehrte, welche zuerst den elektrischen Schlag wahrnahmen, müssen ihre Einbildungskraft durch Furcht sehr entflammt haben, als sie hiervon Nachricht ertheilten. Sie stellen nähmlich den Verlust von Königreichen als unbedeutend vor, im Vergleich mit der Gefahr, einen zweyten Schlag auszuhalten. Denn die Größe ihrer Flasche, und der Umstand, daß sie mit Wasser gefüllt, und wahrscheinlich auswendig nicht mit Feuchtigkeit, oder einem andern leitenden Stoffe bedeckt war, um der innern Belegung gleichsam zu entsprechen, und noch mehrere andere Umstände, wodurch die Ladung geschwächt werden mochte, müssen den Schlag, den sie fühlten, sehr unbeträchtlich gemacht haben.

Außer den Säuren kenne ich nichts, was zur Belegung nur einigermaßen so gut wäre, als die Metalle. Säuren aber lassen sich nicht mit eben der Leichtigkeit auftragen, auch vertrocknen sie sehr bald, und man kann die Gefahr nicht leicht vermeiden, welche denen nur zu sehr bekannt ist, die ihre ätzende Eigenschaft kennen. Unter den Metallen selbst habe ich in Ansehung ihrer Tauglichkeit zum Belegen keinen Unterschied gefunden. Ich habe Messingfeile, Queckfilber, Bley, Zinnfolie u. s. f. versucht, und alle diese Substanzen gleich wirksam befunden *).

*) In Absicht auf das Belegen der Flaschen, vorzüglich zu Batterien, ist die von Brook vorgeschlagene Methode sehr zu empfehlen. Man versieht sie nähmlich mit einer doppelten Belegung von gewöhnlichem Schreibpapier und Stanniol. Dadurch werden sie nicht nur vor dem Zerspringen gesichert, sondern auch in den Stand gesetzt, eine stärkere Ladung anzunehmen. S. dessen Vermischte Bemerkungen über die Elektricität ꝛc. übers. Leipzig, 1790. 8. S. 73. A. d. U.

Digitized by Google

III. Der unbelegte Theil des Glases.

Wenn sich auf diesem Theile des Glases etwas Staub, Feuchtigkeit oder Schmutz befindet, so sind nach dem, was ich bereits bemerkt habe, alle Versuche, die Flasche zu laden, vergeblich *).

Wenn ein kleines abgerissenes Stück von der Belegung etwa $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{2}$ Zoll über den unbelegten Theil herauf geht, so wird man beynahe eben diesen Nachtheil bemerken. Daher muß man die Ecken der Belegung so glatt, als möglich, wegschneiden.

Die schicklichste Höhe des unbelegten Theils will ich Ihnen, wo möglich, in der Folge durch einige Versuche bestimmen. Ich muß aber doch hier bemerken, daß sich diese Höhe keinesweges nach der Größe der ganzen Fläche, sondern vielmehr nach der Stärke der Ladung, welche das Gefäß annehmen kann, richtet. Ist das Glas sehr dünn, und sind die Belegungen sechs Zolle von einander entfernt, so zerspringt das Glas allemal, wenn man es bis zu einer gewissen Stärke geladen hat. Ist das Glas hingegen dick, so kann die Entfernung der beyden Belegungen zehen oder zwölf Zoll betragen, ohne daß ein Zerspringen des Glases erfolgen sollte. Ich habe die äußere Belegung von einer Nößelsflasche, die neun Zoll hoch war, und zwey Zoll

*) Dieß ist der Fall, wenn diese Materien in grosser Menge auf dem unbelegten Theile befindlich sind. Eine gewisse Menge davon dient, wie Brook entdeckt, und der Verfasser weiter unten bemerkt hat, vielmehr dazu, die Flaschen einer stärkern Ladung fähig zu machen. S. Brook a. a. O. S. 73. und John Cuthberson Abhandl. von der Elektricität. Dritte Forts. Leipzig, 1796. S. 102. 133. u. f. Die Ursache von dieser merkwürdigen Erscheinung ist, so viel ich weiß, ohngeachtet ihrer Wichtigkeit, noch von keinem Naturforscher hinlänglich untersucht worden. A. d. U.

Zoll im Durchmesser hatte, so weit abgerissen, daß, vom Boden der Flasche an gerechnet, nur noch ein Zoll hoch belegt blieb. In diesem Falle entladete sich die Flasche, ohne zu zerbrechen, von selbst von dem Drathe an, der mit der innern Belegung verbunden war, über neun Zoll auf der äußern Seite weg.

Macht man den unbelegten Theil des Glases sehr heiß, so erfolgt die freywillige Entladung noch viel eher; ist er hingegen bis zu einem gewissen Grade beschmutzt, so wird die freywillige Entladung aufgehalten, und die Fläche kann jetzt eine weit stärkere Ladung annehmen, als sie sonst anzunehmen im Stande gewesen wäre. Von der Wirksamkeit, den unbelegten Theil mit einem guten Firniß zu überziehen, habe ich mich noch nicht durch die Erfahrung überzeugt. Macht man Versuche in einer feuchten Atmosphäre, so könnte man, sollte ich glauben, durch ein solches Verfahren die Feuchtigkeit ohne viele Mühe, die man sonst vielleicht anwenden müßte, abhalten. — Ist aber der Firniß nur im Geringsten kleberig, so werden die kleinen Staubtheilchen, welche in der Luft des Zimmers herumfliegen, daran hängen bleiben, und eine Menge elektrischer Materie ableiten, — besonders wenn die Ladung stark zu werden anfängt.

Entladet man die Flasche im Finstern, so nimmt man auf dem unbelegten Theile des Glases ganz besondere Erscheinungen wahr. Ueberall erblickt man hier eine Menge von Lichtströmen, welche sich gleichsam von dem Rande des Glases in die metallische Belegung zu ergießen scheinen. Diese Erscheinung ist eine Folge der auf dem unbelegten Theile hie und da angehäuften Materie, welche beym Entladen an den verschiedenen Stellen, über welche sie weggeht, sichtbar wird. Hier will ich auch noch bemerken, daß die Ursache hiervon zugleich auch mit der Grund von der zweyten Ladung ist,

welche man in jeder Flasche nach der ersten Entladung antrifft. Denn das unbelegte Stück des Glases wird nur zum Theil entladen, weil es den verschiedenen Theilen des Glases an einer gehörigen metallenen Verbindung fehlt; der Rückstand aber, welcher nachher übrig bleibt, verbreitet sich bald über die ganze innere Fläche der Flasche, und theilt ihr auf diese Weise eine schwache zweyte Ladung mit.

IV. Der Auslader.

Wenn man diesen aus einem Stück Metall macht, das in einem fortgeht, so geht die elektrische Materie durch ihn hindurch, ohne der Hand, welche ihn hält, einige Empfindung mitzutheilen.

Besteht der Auslader aber aus zwey Stücken, welche auch noch so fest zusammen gedreht seyn mögen, so wird man doch, wenn man ihn beym Entladen an der Stelle, wo er zusammen gefügt ist, anfasset, einen schwachen Schlag fühlen. Dieß kömmt daher, weil sich beyde Stücken nicht vollkommen berühren, und die Luft, welche sich dazwischen befindet, einen geringen Widerstand leistet.

Wenn das Ende des Ausladers (das nähmlich, welches man an den Drath bringt) nicht mehr, als $\frac{1}{2}$ Zoll, im Durchmesser hat, so hört man vor der Entladung ein zischendes Geräusch, und der Schlag ist alsdann weit geringer, als wenn man sich einer größern Kugel bedient hätte.

Endigt er sich in eine Spitze, so kann man dadurch keine Entladung bewirken, man müßte denn die Spitze sehr schnell an die Flasche bringen, oder das andere Ende von der Belegung etwas entfernt halten, daß etwas Luft dazwischen käme.

Will man eine vollkommene augenblickliche Entladung hervorbringen, so muß der Auslader von Metall seyn.

Digitized by Google

seyn. Durch alle andern Körper wird sich die Flasche nur zum Theil, nicht auf einmal entladen.

In der Folge werde ich Sie in diesen Vorlesungen hauptsächlich auf die Verschiedenheit in Absicht auf die Leitungsfähigkeit der Körper aufmerksam machen. Doch jetzt ist es Zeit, daß ich, um Sie nicht zu ermüden, die Erzählung von Thatsachen, welche ich bis jetzt fortgesetzt habe, abbreche. Wir wollen nunmehr einen Versuch machen, ob wir, von sichern Grundsätzen und richtigen Schlüssen geleitet, eine allgemeinere Uebersicht von unserer Wissenschaft bekommen, und, wo möglich, die Ursachen von einigen von den vielen bereits beschriebenen Wirkungen ergründen können.

Fünfte Vorlesung.

Theoretische Uebersicht der vorgetragenen Thatsachen, aus drey Hauptgrundsätzen der Elektricitätslehre hergenommen.

Die Hauptgrundsätze unserer theoretischen Kenntniß von der Elektricität, als Wissenschaft betrachtet, sind folgende:

Erstlich, daß dasjenige, von dessen Wirkungen die elektrischen Erscheinungen herrühren, von körperlicher Beschaffenheit sey.

Zweytens, daß seine Verbindung mit andern Körpern von einer anziehenden Kraft herrühre, d. h. von der gegenseitigen Anziehung des körperlichen Etwas, welches wir elektrische Materie nennen, und des Körpers, mit dem es verbunden ist.

Drittens, daß verschiedene Substanzen nur eine gewisse Menge elektrischer Materie fest halten; und

noch mehr, daß sie, ohne einige Veränderung in ihren Bestandtheilen, unmöglich mehr, als jene gewisse Menge, halten, noch auch einen Theil davon verlieren können. Mehrere Folgerungen, welche aus jenen Hauptgrundsätzen fließen, werden uns, in Verbindung mit der Anwendung der Grundsätze selbst, in den Stand setzen, viele von den elektrischen Erscheinungen erklären zu können.

I. Was die körperliche Beschaffenheit jenes Etwas, von dem alle elektrischen Erscheinungen herrühren, anlangt, davon habe ich Ihnen bereits meine Gründe angegeben.

II. Zum Beweise der gegenseitigen Anziehung zwischen der elektrischen Materie und andern Körpern bedarf es bloß der Voraussetzung ihrer körperlichen Beschaffenheit. Denn wofern sie nicht die Fähigkeit, anzuziehen, und angezogen zu werden, besäße, so würde ihr eine von den wesentlichen Eigenschaften der Materie überhaupt fehlen. Wenn Sie sich jedoch das bereits Vorgetragene wieder in das Gedächtniß zurückrufen, so werden Sie auf Thatsachen stoßen, aus denen sich ergiebt, daß sich jener Grundsatz auch auf Erfahrung gründe. Daß sich Korkkugeln, und andere leichte Körper, wenn sie mit elektrischer Materie geladen sind, von einander entfernen, und daß sich Federn, Staubtheilchen, ꝛc. beständig nach der Richtung der elektrischen Materie bewegen, alles dieß beweiset, daß sich beyde Substanzen zusammen bewegen, weil sie vermöge einer anziehenden Kraft an einander hängen, oder mit einander verbunden sind.

Ich kann noch hinzu setzen, daß die elektrische Materie, wenn sie aus Wasser in die umliegende Luft übergeht, jederzeit eine gewisse Menge wässeriger Theilchen mit sich fortnimmt, und auf diese Art eine beträchtliche Verdünstung bewirkt.

Der

Der kühle Luftstrom, den man empfindet, wenn die elektrische Materie von einer metallenen Spitze ausströmt, kann zu einem ähnlichen Beweise dienen.

Doch, Sie sollen sich von der gegenseitigen Anziehung bey folgendem Versuche mit Ihren eigenen Augen überzeugen. Thun Sie auf den Ladedrath einer Leidner Flasche, ich meyne den Drath, welcher mit dem ersten Leiter und der innern Belegung der Flasche verbunden ist, ein wenig Leinöl. Wenn Sie nun die Flasche stark laden, so wird die elektrische Materie anfangen, von dem Drathe auszuströmen, und das Oel wird nach der nähmlichen Richtung abfließen, und dabey mehrere kleine schöne Ströme bilden. Diesem Versuche ist ein anderer ähnlich, womit immer herumziehende Physiker ihre Zuschauer zu ergötzen pflegen. Man befestigt nähmlich ein geschmolzenes oder weich gemachtes Stück Siegellack an den ersten Leiter. Wenn man nun den Leiter ladet, und dem Siegellack eine metallene Kugel nähert, so wird die in die Kugel übergehende elektrische Materie einen zusammenhängenden Faden von dem geschmolzenen Siegellack mit sich fortnehmen.

III. In jedem Körper befindet sich eine gewisse Menge elektrischer Materie; und diese läßt sich nicht vergrößern oder verringern, wofern nicht zuvor in den Bestand heilen des Körpers selbst eine Veränderung vorgeht. Diese Behauptung läßt sich durch mehrere entscheidende Versuche erweisen, von denen ich Ihnen nur einige der vorzüglichsten bekannt machen will.

1. Man hänge eine Leidner Flasche von beliebiger Größe an den ersten Leiter, so, daß sie bloß mit dem Drathe, vermittelst dessen sie an dem Leiter befestigt ist, in Verbindung steht; mit andern Worten, man isolire sie durch eine gewisse Menge Luft, daß sie von dem Tische, auf welchem die Maschine steht, oder von jedem andern leitenden und mit der Erde in Verbindung

† Vgl. Aldini in Anal. d. Chimica e Fis. nat. T. XVII.
Obgleich d. H. d. Einwurf selbst, den d. Verf. seinen Versuchen [illegible] thut, sehr treffend ist, so [illegible] Erklärung abgefaßt [illegible] werden.

Digitized by Google

stehenden Körper acht bis zehen Zoll entfernt ist. Nach einer solchen Vorrichtung wird das Elektrisiren auch des größten Cylinders der Flasche nicht die mindeste Ladung mittheilen, wovon Sie sich leicht überzeugen können, wenn Sie die Flasche mit einem Auslader berühren, oder überhaupt dadurch, daß Sie an ihr keine von den vielen Erscheinungen bemerken werden, welche sich, wie ich Ihnen gesagt habe, jederzeit bey einer geladenen Flasche wahrnehmen lassen.

2. Man gebe einem gläsernen Gefäße von der Gestalt, wie in Fig. 7. Taf. 1. die Einrichtung einer Leidner Flasche. Den Knopf A befestige man an einen Messingdrath, welcher, während er mit einem geladenen Leiter in Verbindung steht, den Boden des gläsernen Gefäßes B berühren muß; die metallene Belegung darf auswendig nicht mehr als ein Drittheil der ganzen Höhe des gläsernen Gefäßes betragen, inwendig aber fülle man es bis an den Hals mit einer flüssigen oder festen Materie an. — Wenn man nun das gläserne Gefäß verbindet, und, wie beym vorigen Versuche, isolirt, so wird man finden, daß es nicht das Geringste von elektrischer Materie annehme, so viel auch der in ihm enthaltene Körper seinem Inhalte nach betragen mag. Ich muß hier noch bemerken, daß die kleinste Unebenheit auf der äußern Belegung, oder ein unachtsames Annähern einer mit der Erde verbundenen ableitenden Spitze, oder überhaupt irgend eine Vernachlässigung eines kleinen Umstandes, bey dem vorhergehenden Versuche eine sehr merkliche Verschiedenheit bewirken kann; daher sich auch einige durch ihre tadelnswürdige Nachlässigkeit haben verleiten lassen, die einzige vernünftige Theorie von der Leidner Flasche zu verwerfen. Sodann muß ich hier noch erinnern, daß die vorhergehenden Versuche bloß beweisen, daß man die elektrische Materie in keinem Körper vermehren könne.

Jetzt

Jetzt will ich nun zu der Beschreibung solcher Versuche fortgehen, wodurch sich darthun läßt, daß, wenn man der einen Seite eines Körpers wirklich etwas elektrischer Materie mittheilt, die andere Seite desselben eben so viel verliert, als jene mehr erhalten hat.

3. Wenn die Flasche Fig. 8. Taf. 1. isolirt ist, so bringe man die an den Ladedrath befestigte metallene Kugel A in eine gewisse Entfernung von der Kugel B, welche an einem von dem Leiter hervorgehenden Metallstabe befestigt ist. Nunmehr verbinde man C durch einen Drath mit der Erde, und lasse es gerade so weit von der äußern Belegung abstehen, als A von der Kugel B entfernt ist. Wenn man nun den Cylinder herum zu drehen anfängt, so wird man eine Menge Funken von der äußern Belegung nach C übergehen sehen, gerade wie die, welche zu gleicher Zeit von B nach A überschlagen. Dieser Versuch ist jedoch nicht der einzige Beweis von dem vorhin aufgestellten Satze. Verbindet man C mit der inwendigen Seite einer andern, nicht isolirten Leidner Flasche, so wird man finden, daß die Menge elektrischer Materie, welche aus der äußern Belegung der obern Flasche in die innere Belegung der untern gegangen ist, gerade mit der übereinkommt, welche sich auf der innern Seite der obern Flasche angehäuft hat.

4. Sie werden in der Folge sehen, daß Wasser, Weingeist, und noch andere flüssige Körper nicht mehr, als eine gewisse bestimmte Menge elektrischer Materie durch sich hindurch gehen lassen. — Hierauf gründet sich der folgende Versuch, welcher, wie ich glaube, ebenfalls als ein Beweis des oben aufgestellten Satzes anzusehen ist.

Fig. 9. Taf. 1.

A F ist eine isolirte Flasche; B D eine mit Wasser gefüllte isolirte Röhre; E der erste Leiter; C, wie beym

beym vorigen Versuche, eine mit der Erde verbundene metallene Kugel. Wenn man nun den Leiter gehörig ladet, so wird ein schwacher Funke von E auf D, zugleich ein anderer von B auf A, und ein dritter von F auf C überschlagen. Alle diese Funken werden sich in Rücksicht des Schalles, der Größe und Farbe völlig gleich seyn. Nimmt man die mit Wasser gefüllte Röhre zwischen A und E weg, und bringt sie zwischen F und C, so werden sich die nähmlichen Erscheinungen zeigen; denn jetzt wird das Wasser nur so viel elektrische Materie aus der äußern Belegung herausgehen lassen, als zuvor der innern Seite zugeführt worden war, und der Funke zwischen A und E wird nicht größer seyn, als wenn sich B D zwischen diesen Punkten befand. Ich könnte Ihnen jetzt eine Menge von Versuchen beschreiben, welche nur in Rücksicht einiger dabey vorkommenden Umstände verschieden sind. Allein alle würden im Grunde auf dasselbe hinauslaufen, wie die vorhergehenden, und, meiner Meynung nach, jeden Zweifel an der Wahrheit unseres Satzes heben, nähmlich, daß kein Körper zu seiner ursprünglichen Menge elektrischer Materie einen Zusatz erhalten kann, und daß solche Körper, welche geladen werden können, auf der einen Seite eben so viel verlieren, als sich auf der entgegengesetzten anhäufen läßt.

Der letzte Theil dieses Satzes ist bloß von elektrischen oder solchen Körpern zu verstehen, deren ursprüngliche Elektricität man erregen kann. — In Ansehung nicht elektrischer, oder solcher Körper, wie die Metalle sind, muß ich bemerken, daß man zu ihrer natürlichen Menge elektrischer Materie nicht nur nichts hinzuthun kann, sondern daß sich auf ihren entgegengesetzten Seiten auch nicht die Veränderung, wie es z. B. beym Glase der Fall war, hervorbringen läßt. Im Gegentheil besitzen sie die Eigenschaft, die elektrische Materie

im

im Augenblicke durch ihre ganze Masse zu vertheilen, sie mögen auch selbst noch so groß, und die ihnen mitgetheilte Menge elektrischer Materie mag noch so gering seyn. Von dieser Eigenschaft haben sie auch den Nahmen, Leiter, bekommen, und sie gehen hierinnen von den elektrischen Körpern sehr merklich ab.

Sechste Vorlesung.

Anwendung der vorgetragenen Grundsätze.

Die Art und Weise, auf welche die Anziehungskraft wirkt, wenn elektrische Körper geladen sind, läßt sich, wie ich glaube, sehr leicht erklären.

Wir wollen annehmen, A B C D Fig. 10. Taf. 1. stelle einen Körper von einer gewissen Dicke vor, auf dessen Oberfläche und in dessen Substanz sich die elektrische Materie als ein Bestandtheil desselben befinde.

Nimmt man nun die Theilchen von der einen Fläche A C weg, so muß nothwendig die Kraft, welche sie anzog, frey werden, und einige ungebundene Theilchen, welche in ihren Wirkungskreis kommen, anziehen können.

Wenn die Kraft, welche die elektrischen Theilchen in dem Körper mit seiner Substanz vereinigt, geringer ist, als die, welche auf der Oberfläche wirksam ist, so muß nothwendig das Fehlende von innen her, oder von der Substanz des Körpers ersetzt werden; und das Fehlende, welches nunmehr wieder entsteht, muß wiederum von einer ähnlichen Substanz, die damit in Berührung kömmt, ersetzt werden. Auf diese Weise wird die elektrische Materie durch den Körper durch zu gehen scheinen, und zwar mit einer Leichtigkeit, die mit der Gering-

ringfügigkeit der Kraft eines Körpers, welche die Trennung seiner inhärirenden Theilchen verhindert, im Verhältnisse steht.

Ist die Kraft, welche die elektrische Materie mit den innern Theilen des Körpers vereinigt, größer, als die, welche außen wirksam ist, so wird der Mangel nicht von dem Körper selbst ersetzt; denn hier kann keins von seinen inhärirenden Theilchen entfernt werden, und die Anziehungskraft kann bloß an einer Stelle wirken; sie ziehet nähmlich entweder eine bestimmte Menge elektrischer Materie nach der Fläche, wo sie wirksam ist, unmittelbar hin, oder sie häuft eine eben so große Menge auf der entgegengesetzten Fläche an, wofern nähmlich der Körper nicht so dick ist, daß sie, der zu großen Entfernung wegen, nicht durch ihn hindurch zu wirken vermag.

Fig. 11. Taf. 1.

In A B C D stellen die schwarzen Punkte die elektrische Materie, und die kleinen Kreise die Bestandtheile (partes integrantes) des elektrischen Körpers vor.

Nimmt man die schwarzen Punkte von den Kreisen, welche in der Richtung von c f liegen, weg, so müssen diese Kreise nothwendig genöthigt werden, auf die Punkte, welche sich in der Richtung von b e befinden, zu wirken; diese werden dann nachgeben, wofern nähmlich die Kraft, welche sie an die an sie anliegenden Kreise anhält, geringer ist, als die Kraft der Kreise, welche anziehen.

Eben diese Veränderungen werden sich, unter gleichen Umständen, zwischen b e und a d ereignen, und so fort, bis ins Unendliche, oder bis zur größten Ausdehnung des Körpers, welcher die so eben beschriebene Eigenschaft besitzt.

Wenn

Wenn aber die Punkte in der Linie c f weggenommen werden, und die Punkte in der Linie b e zu fest anhängen, als daß sie aus ihrer Stelle gebracht werden könnten, so muß nothwendig die Kraft, welche erst durch die Abwesenheit jener Punkte thätig geworden ist, so lange wirksam bleiben, bis man der Fläche B D oder der Fläche A C, innerhalb des Wirkungskreises jener Kraft, einigen Zuschuß zugeführt hat. Auf B D wird die elektrische Materie mit der anziehenden Oberfläche unmittelbar in Berührung kommen; auf A C hingegen läßt sie sich nicht näher bringen, als a von c entfernt ist.

I. Aus der Erklärung, die ich so eben gegeben habe, können wir lernen, wie der allgemeine Satz, „daß ein Körper nicht mehr, als seine natürliche bestimmte Menge Elektricität enthalten könne," zu verstehen sey; und wir können uns noch mit mancherley Gründen, außer denen, auf welche uns die Erfahrung leitet, versehen, wodurch jener Grundsatz, in seinem gehörigen Sinne, bestätigt wird.

Ist der Körper geladen, so wirkt die Kraft der Kreise in der Linie c f bis zu einer größern Entfernung, als dieß der Fall ist, wenn sich der Körper in seinem natürlichen Zustande befindet, und daher muß sie schwächer werden; da sie hingegen stärker werden muß, wenn man auf A C mehr elektrische Materie gesammelt hat, als zuvor auf B D verloren gegangen war.

Es giebt auch Fälle, in denen eine gewisse Menge elektrischer Materie frey wird, und offenbar ungebunden auf den Oberflächen von elektrischen Körpern bleibt. Der Theil des gläsernen Cylinders z. B., der sich so eben vom Reibzeuge entfernt hat, wird auf diese Art bedeckt; allein er befindet sich in einem ganz andern Verhältnisse, als ein geladener elektrischer Körper. Die inwendige Seite des gläsernen Cylinders erleidet ganz

und

und gar keine Veränderung, d. h. sie giebt, auch wenn man sie durch die allerfeinsten Versuche prüft, kein Zeichen von einem negativen Zustande.

Man hat, zu Folge des oben angeführten Satzes, behaupten wollen, „daß keine negative Fläche, ohne eine correspondirende positive existiren könne.“ Allein dieß kann nicht gegründet seyn; denn der Theil eines elektrischen Körpers, in welchem seine ursprüngliche negative Elektricität erregt worden ist, befindet sich genau in diesem Zustande, wenn er von dem reibenden Körper entfernt worden ist. Dieß läßt sich jedesmal beweisen, wenn man die Fläche, welche der geriebenen gegenüber steht, untersucht. Ja, es lassen sich auch Spuren von negativer Elektricität auf der Oberfläche eines elektrisirten festen Körpers wahrnehmen, wo unmöglich eine correspondirende positive Seite statt finden kann.

Die allgemeine Behauptung also, „daß ein elektrischer Körper nicht mehr elektrische Materie, als seine natürliche Menge beträgt, enthalten könne,“ muß auf geladene Körper, oder auf solche eingeschränkt werden, welche so beschaffen sind, daß in einem Theile derselben, oder auf ihrer einen Seite ein Mangel entstehen könne, der sich durch eine Verbindung mit der andern Seite wieder ersetzen läßt.

II. Aus der gegebenen Erklärung lassen sich auch die Veränderungen, welche sich beym Laden eines elektrischen Körpers abwechselnd ereignen, leicht begreifen.

So lange noch die geriebenen Theile mit dem Reibzeuge verbunden sind, so ist eine starke Anziehungskraft in Thätigkeit, welche eine Menge elektrischer Materie von jeder in einiger Verbindung stehenden Substanz, deren Anziehungskraft schwächer ist, als jene, sammelt.

Findet keine andere Verbindung statt, als zwischen dem Küssen und der umliegenden Luft, so kann nicht

mehr

mehr elektrische Materie gesammelt werden, als diese Menge Luft von ihrer natürlichen Menge abzugeben im Stande ist. Man vergrößere die Oberfläche des Küssens, so wird sich eine größere Menge elektrischer Materie anhäufen. Nun bringe man aber die Oberfläche des Küssens mit der Erde in Verbindung, und das Reiben wird es jetzt mit einem unerschöpflichen Vorrathe zu thun haben, mithin werden seine Wirkungen ununterbrochen fortgehen.

Sind die geriebenen Theile von dem Küssen getrennt, so bleibt die angehäufte elektrische Materie an der Oberfläche des Glases hängen, und bildet sogleich in dem einen Theile der Atmosphäre eine positive Schicht, die mit der negativen correspondirt, welche das Reiben zuvor in einem andern Theile derselben hervorgebracht haben muß. Wird nun, nach dem Eintreten einer solchen Veränderung, die eine Fläche eines elektrischen Körpers, der geladen werden soll, mit dem positiven Theile der Luft in Berührung gebracht, so ist hier keine Anziehungskraft vorhanden, die irgend eine Veränderung hervorbringen könnte. Sobald aber die eine Fläche mit dem positiven Theile der Atmosphäre und die andere mit dem negativen durch leitende Körper verbunden wird, so wird der Ueberfluß von dem einen Theile der Atmosphäre, welcher an die eine Fläche des elektrischen Körpers stößt, den Theil der Atmosphäre, der einen Mangel an elektrischer Materie hat, in den Stand setzen, diesen Mangel von der natürlichen Menge elektrischer Materie, welche die entgegen gesetzte Fläche enthält, zu ersetzen.

Fig. 12. Taf. 1.

E F G H stellt einen gewissen Theil der Atmosphäre, der mit elektrischer Materie überladen ist, vor.

D A B C D

A B C D ist der correspondirende negative. Es ist leicht einzusehen, daß hier die elektrische Materie, welche in E F G H vorhanden ist, durch die Anziehungskraft, die durch den Mangel in A B C D in Thätigkeit gesetzt worden, in dieser Lage erhalten wird, und daß folglich die inwendige Seite der gläsernen Flasche I, welche von jener Materie berührt wird, nicht wirken kann. Denn in ihrem natürlichen Zustande kann ihre Kraft nicht der Kraft der negativen, A B C D, gleich seyn. Sobald Sie aber ihre auswendige Seite K mit A B C D verbinden, so wird der Mangel in diesem Theile gehoben, und zwar um so leichter, je größer die Verminderung der Anziehungskraft in K ist, welche durch die Nähe der im Ueberflusse vorhandenen Materie, und durch die gleichzeitige Wirkung des Mangels in A B C D hervorgebracht wird.

Aehnliche Veränderungen, welche sich zwischen den verschiedenen Theilen einer geladnen Atmosphäre und den entgegengesetzten Flächen eines elektrischen Körpers ereignen, lassen sich auch an zwey mit einander verbundenen elektrischen Flaschen wahrnehmen.

Fig. 13. Taf. 1.

A B stellt eine belegte Flasche vor, die mit einer andern C D durch den Drath E verbunden ist, welcher letztere an der auswendigen Seite von der obern, und an der inwendigen Seite von der untern Flasche befestigt ist.

Hat man nun eine gewisse Menge elektrischer Materie in A gebracht, so geht eine eben so große Menge aus der auswendigen Seite B in die inwendige Seite der untern Flasche; es entsteht also hier eine Anhäufung; eine gleich große Menge wird daher von der Fläche D entfernt.

Wenn

Digitized by Google

Wenn nun gleich, daß ich mich so ausdrücke, der Mangel in B mit dem Ueberflusse in C in Verbindung steht, so kann er dadurch doch nicht ersetzt werden; denn die Anziehungskraft in B ist mit der Menge, welche sich auf der correspondirenden inwendigen Seite A von der nähmlichen Flasche angehäuft hat, beschäftigt, und die angehäufte Materie, mit der sie in Berührung kömmt, wird überdieß durch die Anziehungskraft in D fest gehalten.

Wenn Sie aber, mittelst eines metallenen Ausladers G H, die positive Seite A mit der negativen Seite D verbinden, so wird nunmehr der Anziehungskraft in B Gelegenheit gegeben, auf die angehäufte Materie in C zu wirken; denn diese Kraft ist durch das gleichzeitige Wirken der negativen Seite D auf die positive Seite A frey geworden. Es erfolgt also in einem Augenblicke eine Entladung von beyden Flaschen, und Versuche beweisen, was man aus der von mir gegebenen allgemeinen Erklärung folgern kannn, daß diese Entladung nur die Gewalt von einer einzigen Flasche habe.

Jetzt sollen die Flaschen durch einen kleinen Luftraum bey E getrennt seyn. Während nun hier die elektrische Materie bey ihrem Uebergange von A nach C bey G und H leuchtend erscheint, so wird auch die Materie, bey ihrem Uebergange von B nach C, in dem erwähnten Luftraume E leuchtend erscheinen.

Ich habe mir Mühe gegeben, Sie zu überzeugen, daß die Wirkung einer anziehenden Kraft allein hinreichend sey, alle Erscheinungen geladener elektrischer Körper zu erklären, weil meine Ideen über diesen Gegenstand von der Franklinischen sehr abweichen. Franklin hat nähmlich eine Theorie angenommen, der man, meiner Meynung nach, nicht zu hebende Einwürfe entgegen setzen kann.

Er vermuthet, „daß das Glas weitere Poren habe an seiner Oberfläche, als nach seinem Mittelpunkte zu, und daß diese Poren, wegen ihrer Kleinheit, die Theilchen der elektrischen Materie, die er für zu groß hält, um durch jene Poren hindurch gehen zu können, nicht durchlassen. Daher häufe sich die elektrische Materie auf der Oberfläche an, und wirke mit einer zurückstoßenden Kraft auf die an der entgegengesetzten Seite anhängenden Theilchen.“

Die verschiedene Größe der Poren ist hier ohne hinlänglichen Grund bloß angenommen; und wenn man sie auch in dem einzigen Falle, beym Glase nähmlich, annehmen wollte, so ist sie doch nicht ohne die größte Abgeschmacktheit in anderu Fällen zuzulassen. Daß sich auch das dünnste Blättchen von Talk laden läßt, dieß widerstreitet dieser Theorie gewiß sehr, da die Fläche und der Mittelpunkt einer solchen Substanz so nahe beysammen liegen, daß man sich eine Verschiedenheit in Rücksicht der Größe ihrer Poren nicht einmal denken kann.

Wie läßt sich auch überdieß der Ueberfluß und Mangel von zwey auf einander liegenden Luftschichten mit Hülfe dieser Theorie erklären? Dieß ist ein Fall, in welchem sich kein Zusammenziehen der Poren denken läßt, wodurch eine unmittelbare Wiederherstellung des Gleichgewichtes verhindert werden könnte.

Auch die zurückstoßende Kraft der Theilchen, welche bey dieser Theorie angenommen wird, kann ich nicht zugeben. Es giebt kein einziges Factum in der Elektricität, welches man nicht ohne eine solche Kraft leicht erklären könnte. Auch in dem gegenwärtigen Falle hat man gar nicht nöthig, zu einer solchen Wirkung seine Zuflucht zu nehmen, wenn man nähmlich das, was ich gesagt habe, zuläßt. Noch muß ich hinzusetzen, daß Dr. Franklin ein starkes Anziehen zwischen

der

der negativen und positiven Fläche annimmt. In der That läßt sich auch das Anhängen der im Ueberflusse vorhandenen Theilchen an dem Glase auf keine andere Art erklären. Denn wenn die Fläche, welche diesen Theilchen zunächst liegt, nichts von ihrer natürlichen Elektricität verloren hat, so kann sie, nach dem, was ich bereits gesagt habe, auf die genannten Theilchen keinen Einfluß äußern. In diesem Falle ist also die Anziehungskraft der negativen Seite allein wirksam; und wenn man dieß zugiebt, wo ist da die Nothwendigkeit, eine zurückstoßende Kraft anzunehmen, um die Wirkung, von der die Rede ist, erklären zu können? Denn wenn das ganze Glas nur eine gewisse Menge elektrischer Materie enthalten kann, so muß, wenn die eine Seite einen Zusatz von elektrischer Materie erhält, die Materie, welche an der andern Seite anhieng, sich sogleich entfernen; um einen irgendwo entstandenen Mangel zu ersetzen *).

III. Die Grundsätze, welche ich aufzustellen und Ihnen zu erklären bemüht gewesen bin, geben uns einen hinlänglichen Grund an die Hand, wodurch wir die Wirkung des Ausladers erklären können. Leiter leisten, wie Sie wissen, dem Durchgange der elektrischen Materie wenig oder gar keinen Widerstand. Die Anziehung der äußern Seite des Glases gegen die Materie, welche sich auf der innern Seite angehäuft hat,

*) Wenn man sich unter Attraktion und Repulsion vernünftigerweise nicht sowohl eigentliche Eigenschaften der Körper denkt, sondern sie vielmehr bloß als Bezeichnungsarten der Phänomene ansieht, so wird man auch zugeben müssen, daß der Verfasser, wenn er die zurückstoßende Kraft der elektrischen Materie schlechterdings leugnet, von Dr. Franklin, der den Theilchen dieser Flüssigkeit eine solche Kraft zuschreibt, mehr den Worten, als der Sache selbst nach abgehe. A. d. U.

Digitized by Google

nimmt in dem Verhältniſſe ab, in welchem die Dicke des Glaſes, oder die Entfernung zwiſchen der angehäuften Materie und dem Theile, der ſie anzieht, größer wird. Wenn Sie alſo die auswendige und inwendige Seite einer Flaſche durch einen Metallſtab verbinden, ſo thun Sie nichts weiter, als, Sie heben alle Entfernung zwiſchen dem anziehenden und dem angezogenen Körper auf. Ich will mich durch eine Figur verſtändlicher machen.

Fig. 14. Taf. 1.

A ſtellt ein Theilchen der elektriſchen Materie vor, welches vermöge des Anziehens des Glaſes in B in ſeiner Lage gehalten wird. Durch den Widerſtand des dazwiſchen liegenden Glaſes wird es verhindert, nach B über zu gehen. Allein der metallene Körper C A B iſt ein Leiter, und dieſer leiſtet dem Durchgange der elektriſchen Materie keinen Widerſtand; daher muß die Seite B, wenn man nähmlich die metallene Verbindung gemacht hat, mit voller Wirkſamkeit auf die Theilchen in A wirken, weil in der Richtung von C B aller Widerſtand auf nichts zurückgebracht worden iſt: mit andern Worten, die Wirkung iſt die nähmliche, als wenn die Dicke des Glaſes auf einmal vernichtet worden wäre.

IV. Jetzt wollen wir ſehen, wie ſich aus den bereits zugegebenen Grundſätzen die Wirkung der metallenen Belegung erklären laſſe. Ich habe bereits bemerkt, daß ohne jene Belegung keine augenblickliche Entladung bewirkt werden könne. Wenn es ſich jedoch denken ließ, daß ein metallener Auslader an beyden Seiten des Glaſes jedes Theilchen in einem und demſelben Augenblicke berührte, ſo würde man, nach der Art zu ſchließen, deren wir uns in dem vorhergehenden Falle bedienten, folgern können, daß jedes Theilchen von der angehäuften elektriſchen Materie auf einmal entladen

laden werden müßte. Die metallene Belegung aber wirkt genau, wie ein solcher Auslader. Denn wenn beyde Belegungen durch einen guten Leiter verbunden werden, so kömmt dadurch jedes Theilchen in einen solchen Zustand, daß nunmehr die negative Fläche weit mächtiger auf dasselbe wirken kann, als es vorher durch das dazwischen liegende Glas zu wirken vermochte.

V. Bisher haben wir unsere Grundsätze bloß auf Glas und andere feste elektrische Körper angewendet. Auch an der Luft lassen sich Erscheinungen wahrnehmen, welche den bereits erklärten in mehrerer Rücksicht ähnlich sind; doch zeigen sich auch hier mancherley Verschiedenheiten. Die Hauptumstände, auf die ich Sie Ihre Aufmerksamkeit zu richten bitten muß, sind folgende: — daß sich eine gewisse Menge Luft, in Hinsicht auf die Elektricität, in zwey Theile theilen läßt, von denen der eine einen Ueberfluß besitzt, der andere einen Mangel leidet; daß sich jedoch die Menge, welche die Luft enthält, im Ganzen immer gleich bleibt; daß sich das Gleichgewicht zwischen den beyden Portionen elektrischer Materie wieder herstellen läßt, wenn man zwischen jedem Theilchen von der positiven, und jedem Theilchen von der negativen Portion eine metallene Verbindung macht; daß die Luft von der elektrischen Materie eben so wenig durchdrungen werden kann, als Glas und andere elektrische Körper; und daß zwischen der positiven und negativen Seite noch ein Theil bleibt, welcher bloß seine natürliche Elektricität behält.

Alle diese Umstände gründen sich auf solche Facta, deren Erzählung weiter nichts als eine Wiederholung der bereits beschriebenen Versuche mit der Leidner Flasche seyn würde, mit dem einzigen Unterschiede, daß man sich in jenem Falle des Glases, und in diesen zweyer Luftschichten bedient, welche sich mittelst einer eignen Vorrichtung eben so leicht laden lassen, als die entgegen-

gesetzten Seiten einer Leidner Flasche. Ja schon die Erscheinungen eines gewöhnlichen Leiters sind Folgen von einem solchen Proceß. Dieß wird erhellen, wenn wir auf die Erklärung Acht haben, die ich Ihnen jetzt davon geben will.

Denken Sie sich irgend einen Leiter, der von einer Atmosphäre umgeben ist, die einen Ueberfluß von elektrischer Materie enthält, so muß diese Atmosphäre irgendwo eine correspondirende negative Atmosphäre haben. Die kleinste von solchen Atmosphären muß sich in Rücksicht ihrer meisten Theile so ausdehnen, daß sie den Fußboden berührt. Eine Entladung der Luft, welche den Leiter umgiebt, kann folglich nicht eher statt finden, als bis man zwischen ihm und dem Fußboden eine Verbindung bewirkt hat, welcher hier gerade wie die Belegung einer geladenen Flasche wirkt. Der Hauptunterschied zwischen der Luft und festen elektrischen Körpern bestehet darinnen, daß kein Theilchen von der angehäuften elektrischen Materie die letztern durchdringt, daß sich hingegen bey der Luft die überflüssige Menge von elektrischer Materie mit den Lufttheilchen vermischt, und eine Trennung derselben bewirkt. Von diesem Umstande hängen mehrere besondere Eigenschaften des sogenannten elektrischen Funkens ab. Ehe ich Ihnen jedoch hiervon eine hinreichende Erklärung geben kann, müssen Sie zuvor Ihre Aufmerksamkeit wenden

VI. auf die Erklärung von einem Factum, welches sich sehr oft bey der Leidner Flasche ereignet, und welches ebenfalls zwischen den positiven und negativen Portionen der Luft statt findet, wenn ein Funke aus dem Leiter auf eine metallene Kugel schlägt, welche sich in einiger Entfernung von ihm befindet, und mittelst einer guten Verbindung mit der Erde verbunden ist. — Ich will Ihnen jetzt, wo möglich, einen Begriff von der Ursache zu geben suchen, welche wirksam ist, wenn der

Zwi-

Zwischenraum, der die positive Seite von der negativen trennt, durchbohrt wird. Ich habe Ihnen bereits gezeigt, daß die überflüssige Menge elektrischer Materie von der, in geringerer Menge vorhandenen, durch Glas getrennt wird, welches seine natürliche Elektricität mit einer so starken Anziehungskraft festhält, daß diese von der Kraft, die auf der negativen Seite des Glases wirksam ist, nicht überwältiget werden kann. Hieraus folgt nothwendig, daß, wenn die Kraft auf der negativen Seite so sehr verstärkt wird, daß sie das Anhängen der natürlichen Elektricität an dem Glase überwältiget, das Glas alsdann die gewöhnlichen Wirkungen zeigen muß, welche sich äußern, wenn irgend ein Körper etwas verliert, das als ein Bestandtheil in ihn eingedrungen ist.

Fig. 15. Taf. 1.

Wenn durch die Anhäufung in A B von C D so viel weggetrieben wird, daß es dadurch das Vermögen erhält, einen Theil der natürlichen Elektricität von E G auf irgend eine Art aufzunehmen, so haben wir, wie ich glaube, die bereits erwähnten Folgen zu gewarten. Jetzt ist hier nun die Hauptfrage folgende: — Wenn überwältiget, aller Wahrscheinlichkeit nach, die Anziehungskraft in C D das Anhängen der Theilchen an E G? Hierauf antworte ich, daß dieß früher oder später geschehe, je nachdem die Kraft, vermöge welcher die Theilchen an A G anhängen, schwächer oder stärker sey. Die Anziehungskraft in C D nimmt natürlich zugleich mit der Anhäufung in A B zu. Es läßt sich daher schließen, daß, in Rücksicht auf verschiedene elektrische Körper, bey einigen eine stärkere, bey andern hingegen eine schwächere Anhäufung erforderlich sey, ehe sie durchbohrt werden können.

Dieser Schluß stimmt mit der Erfahrung sowohl, als mit der Theorie überein. Allein man kann noch

fragen: Wirkt denn nicht die ganze Kraft von C D auf die in A B angehäufte Materie? Wie kann sie also auch auf den dazwischen liegenden Körper E G wirken? Hierauf antworte ich: weil die Theilchen in E G am nächsten an C D liegen, so würden sie sich folglich auch zuerst mit C D vereinigen, wenn hier nicht eine verschiedene Kraft wirkte. Sobald aber diese durch die verstärkte Anziehungskraft von C D überwältigt worden ist, so werden auch die Theilchen sogleich von E G entfernt, und von den in A B angehäuften Theilchen begleitet.

Fig. 16. Taf. 1.

Wir wollen annehmen, b sey ein Theilchen Materie, innerhalb des Wirkungskreises der Anziehungskraft von a, und c d seyen zwey andere ähnliche Theilchen; sie lägen näher an a, und würden folglich stärker von ihm angezogen; sie würden aber durch Kütt, oder auf irgend eine andere Art mit einer gewissen Kraft fest gehalten. Wäre nun b beweglich, so würde es nach a hingezogen werden; die beyden andern Theilchen a b hingegen würden nicht eher aus ihrer Lage gebracht werden, als bis die Anziehungskraft von a stärker wäre, als die festhaltende Kraft des Küttes. So bald sich dieß aber ereignete, so würden c d sogleich ihre Lage verlassen, und b würde mit a in Berührung kommen.

Wenn Sie die bisherigen theoretischen Vermuthungen gelten lassen, so müssen Sie nothwendig folgern, daß, um das Durchbohren des Glases oder irgend eines andern elektrischen Körpers zu beschleunigen, nichts weiter erforderlich sey, als daß man die Anhäufung so viel, als möglich, auf einen Punkt einschränke. Denn je größer die Fläche ist, über welche sich die angehäufte Materie verbreitet, desto mehr Materie muß aus der entgegengesetzten Fläche ausgetrieben werden, desto länger dauert es folglich, ehe man diese Fläche in einen

so

so stark negativen Zustand versetzt, bey welchem die innern Theile des Glases ihre natürliche Menge elektrischer Materie entlassen.

Ich will mich noch deutlicher erklären. Wir wollen annehmen, auf einer Fläche von zwanzig Quadratfuß werde eine Anhäufung von elektrischer Materie hervorgebracht, welche 5000 betrage. Wäre nun 7000 der höchste Grad, dessen sie fähig wäre, oder, mit andern Worten, könnte die auswendige Seite nicht mehr entlassen, so müßte nothwendig diese angehäufte Materie, wenn sie auf eine Fläche von zehen Quadratfuß eingeschränkt würde, durch das Glas durchbrechen. Denn in diesem Falle würde die entgegengesetzte Fläche 10,000 verlieren müssen, welches 3000 mehr wäre, als sie entlassen kann.

Fig. 17. Taf. 1.

Versuch. Man lade die Flasche A B C D so stark, als sie es aushalten kann, und bringe E F G H, welche zehenmal kleiner ist, in ihren Erschütterungskreis. Wenn man nun zwischen A und E, und G und D eine metallene Verbindung macht, so wird, wofern nähmlich der Hals der kleinern Flasche so lang ist, daß die Entladung nicht über den unbelegten Theil derselben weggehet, ein elektrischer Schlag erfolgen, und die kleinere Flasche zerbrechen. Man sieht leicht, daß bey diesem Versuche, durch die augenblickliche Anhäufung, welche auf der äußern Seite der kleinern Flasche entsteht, ihre innere Seite plötzlich in den Zustand versetzt wird, welcher, wie ich bereits bemerkt habe, zum Durchbohren des Glases unumgänglich nothwendig ist.

Fig. 18. Taf. 1.

Versuch. Jetzt will ich Ihnen einen Versuch beschreiben, welcher mit dem vorhergehenden Aehnlichkeit hat, wo aber das Glas nicht belegt ist, und wo ein

ein sehr geringer Grad der Anhäufung, weil sie auf einen einzigen Punkt eingeschränkt ist, auf den gegenüberstehenden Punkt so viel Gewalt äußert, daß das Glas augenblicklich durchbohrt wird. A B C D stellt eine mit Oel gefüllte Flasche vor; e ist die Spitze eines Drathes, welcher die inwendige Seite der Flasche berührt; und f ist die Spitze eines Drathes, welcher e gerade gegenüber gestellt, und mit der Erde verbunden ist. Bey einer solchen Vorrichtung wird ein Funke, welcher von dem Leiter G auf den Knopf A überschlägt, das Glas sogleich durchbohren. Ein Leiter, einen Fuß lang, und drey Zoll im Durchmesser, den man mittelst eines Cylinders von nicht mehr als vier Zoll im Durchmesser geladen hat, wird diese Wirkung auf Glas hervorbringen, das $\frac{1}{8}$ Zoll dick ist. Man füllt die Röhre aus dem Grunde mit Oel, um das Ausbreiten der angehäuften Materie zu verhindern, welches statt finden würde, wofern das Oel, als ein Nichtleiter, nicht die Wirkung der Feuchtigkeit, welche sonst die Seiten des Glases bedecken würde, hinderte. Das Oel ist entbehrlich, wenn man Talk, oder einen andern sehr trocknen elektrischen Körper gebraucht. Wenn Sie ein Stückchen Zinnfolie von einem Quadratzoll Fläche an die Stelle von e bringen, und ein gleiches Stück an die gegenüberstehende Seite, so werden Sie finden, daß Sie die Anzahl oder Größe der Funken verstärken müssen, ehe Sie eine so starke Anhäufung hervorbringen können, wodurch das Glas zerbricht. Bey dickerem Glase muß die Anhäufung, aus mehrern bereits angeführten Gründen, verstärkt werden. Auf diese Art kann man mittelst einer sehr kleinen Leidner Flasche durch $\frac{1}{8}$ Zoll dickes Glas ein Loch schlagen.

Ein Factum, welches meinem Freunde, Herrn Brook, und mir auf den ersten Blick sehr verwickelt zu seyn schien, läßt sich, wie ich glaube, auf ähnliche Art sehr

sehr leicht erklären. Er belegte die innere Seite einer Flasche mit Kütt, und die äußere mit Zinnfolie. Ein Drath, welcher den Kütt berührte, wurde an einen geladenen Leiter gebracht, und die Flasche zerbrach sogleich an der Stelle, welche der Drath berührte. In diesem Falle wurde die Anhäufung auf einen Punkt eingeschränkt, und daher erfolgte die beschriebene Wirkung. Ich fand, daß, wenn die Flasche inwendig mit Kütt belegt, und dieser mit Zinnfolie bedeckt war, das gewöhnliche Laden und Entladen vorgenommen werden konnte, ohne daß die Flasche zerbrach.

Jetzt wollen wir noch zu einer andern Folgerung fortgehen, welche, wie mich dünkt, nach den bisher vorgetragenen Grundsätzen und Thatsachen sehr wahrscheinlich wird. Es ist, glaube ich, einleuchtend, daß, wenn das Glas oder der elektrische Körper, in Rücksicht ihrer Dicke, eine gewisse Grenze überschreiten, die Theilchen an der einen Seite so weit entfernt liegen, daß sie keine Anziehungskraft äußern können, die Anhäufung auf der gegenüberstehenden Seite mag auch so stark seyn, als sie wolle. Hierinnen liegt der Grund, weshalb wir eine sehr dicke Flasche nicht laden können, und warum wir Glas von einer gewissen Dicke durch keine Gewalt durchbohren können, wenn wir auch, wie bey den vorhergehenden Versuchen, verfahren.

Fig. 19. Taf. 1.

Versuch. A B C D soll die eine Seite von einer Glastafel, die etwa vier Quadratzoll enthält, vorstellen. Diese berühre man nun an dem Punkte E mit der Spitze eines mit der inwendigen Seite einer geladenen Flasche verbundenen Drathes; auf der untern Seite der Glastafel hingegen berühre man einen Punkt, der dem Punkte E gerade gegenüber liegt, mit einem andern Drathe, welcher mit der auswendigen Seite jener geladenen

denen Flasche in Verbindung steht. Um zu verhindern, daß nicht etwa einige Feuchtigkeit die elektrische Materie über die Oberfläche des Glases wegleiten möge, habe ich sie immer in Oel oder eine andere harzige Materie getaucht, und wenn ich den Versuch unter diesen Umständen anstellte, bemerkt:

Erstlich, daß ich es nie, auch bey der stärksten Ladung, dahin bringen konnte, ein über $\frac{2}{7}$ Zoll dickes Glas zu durchbohren.

Zweytens, daß, wenn ich Spitzen gebrauchte, kein Unterschied statt fand, ich mochte Flaschen von einer oder von zehen Kannen genommen haben; immer erfolgte dieselbe Wirkung.

Drittens, wenn ich Stückchen Zinnfolie von verschiedenen Größen unter die Spitzen legte, so wurde zum Durchbohren des Glases eine desto größere Menge Flaschen erfordert, je größer das gebrauchte Stück Zinnfolie war.

Der ganz besondere Umstand, den man bey dem vorhergehenden Versuche wahrnimmt, läßt sich, glaube ich, sehr leicht erklären. Sie sehen, daß zehen Flaschen nicht durch ein dickeres Glas schlagen, als eine. Das Durchbohren hängt also, wie ich Ihnen bereits gezeigt habe, davon ab, daß wir eine gewisse Menge elektrischer Materie auf ein Stück einer Fläche zusammendrängen. Dieß kann aber nicht geschehn, wenn das Glas, vermöge seiner Dicke, die negative Elektricität der positiven nicht so nahe kommen läßt, daß sie ihre Anziehungskraft äußern könne.

Die Fälle, in denen eine Batterie auf elektrische Körper eine stärkere Wirkung zu äußern scheint, als eine einzelne Flasche, sind so beschaffen, daß wir nach den ersten bereits angewendeten Grundsätzen meistentheils schon solche Wirkungen erwarten können. Ich will Ihnen einige bekannt machen.

Wenn

Wenn die in E Fig. 19. Taf. 1. angehäufte elektrische Materie auf einen Punkt eingeschränkt wird, so kann natürlich der gegenüberliegende Punkt, ehe sich das Durchbohren ereignet, nur einen sehr geringen Verlust erleiden. Vergrößert man die Fläche in E, so wird eine größere Anhäufung von elektrischer Materie erfordert, um die gegenüberliegende Fläche in den Zustand zu versetzen, in welchem ein Durchbohren statt finden kann; ja man kann die Fläche so vergrößern, daß die Ladung einer großen Batterie nothwendig wird. Wenn z. B. die Fläche in E $\frac{1}{8}$ Zoll hält, und, vor dem Durchbohren, zwanzig Theilchen aus der äußern Seite ausgetrieben werden müssen, so wird es einerley seyn, ob man vierzig oder zwanzig Theilchen auf der Seite gegenüber anhäuft; denn in beyden Fällen wird die Ursache hinreichend seyn, jene Wirkung hervorzubringen. Vergrößert man die Fläche bis zu $\frac{1}{4}$ Zoll, so werden vierzig Theilchen angehäuft werden müssen. Betrüge die Fläche $\frac{1}{2}$ Zoll, so würden achtzig Theilchen erforderlich seyn, mithin würde diese Ladung das Durchbohren von $\frac{1}{8}$ Zoll viermal bewirken können. Diese theoretischen Vermuthungen werden sehr durch die Versuche, die ich Ihnen bereits beschrieben, und von denen ich sie ursprünglich hergeleitet habe, bestätigt.

Aus den Grundsätzen also, die ich Ihnen bisher vorgetragen habe, haben Sie den Grund einsehen lernen, weshalb sich eine Flasche leichter mittelst einer Spitze, als einer Fläche ausladet. Dieß läßt sich sehr leicht auch auf die schnelle durch eine Spitze bewirkte Entladung eines elektrisirten Luftkörpers anwenden, und auf die isolirende Eigenschaft einer Fläche oder Kugel von einer gewissen Größe.† Ich muß wieder auf eine Zeichnung (Fig. 15.) zurückkommen, deren ich mich schon vorhin bedient habe.

A B

† Es wird durch die Luft ein Loch, u. zwar nach denselben Gesetzen, geschlagen, wie bey dem Glas oben. R.

A B und C D sollen die negative und positive Portionen von der geladenen Luft vorstellen. Hier muß nothwendig, nach dem, was ich bereits gesagt habe, jeder Theil von der Fläche C D einer gewissen Menge elektrischer Materie beraubt worden seyn, ehe die in A B angehäufte Materie durch den Zwischenraum E G mit Gewalt durchgehen kann. Man sieht auch leicht, daß, wenn die Flächen vollkommen eben wären, und einander gerade gegenüber lägen, in C D, ehe das Durchbohren erfolgen könnte, ein Verlust bewirkt werden müßte, welcher in Ansehung seiner Größe mit dem Flächeninhalte in Verhältniß stünde, und daß, wofern nicht eine durch den Zwischenraum E G bewirkte Ungleichheit des Widerstandes eine Entladung hervorbringen sollte, die Anhäufung in A B fortdauern müßte, bis jeder Theil von E G in einem und demselben Augenblicke nachgäbe; denn wenn beyde Flächen gleich sind, so muß die anziehende Kraft von jedem Theilchen g der Luftscheibe, auf jedes Theilchen h gleich seyn, und vor der Entladung jeder Widerstand, der zwischen den Räumen zwischen g und h statt findet, überwältigt werden.

Nun mache man eine von den Linien g h kürzer, und lasse alles übrige unverändert, oder man bringe eine metallene Spitze an e, so muß nun die ganze anziehende Kraft von C D in der Richtung von e h wirken, und den Zustand hervorbringen, in welchem die elektrische Materie durch einen nicht elektrischen Körper durchgehet, um das Fehlende der negativen Seite zu ersetzen, indeß in A B immer noch Anhäufung fortdauert.

Wenn Sie nun diese Erklärung von jenem Factum für wahr erkennen, so werden Sie, dünkt mich, sogleich einsehen, warum eine Spitze, welche nicht über die Oberfläche eines Leiters hervorragt, wenn sie sich auch mitten in einer Vertiefung befinden sollte, gar keine Wirkung hervorbringt. Denn in diesem Falle

findet

findet kein Verkürzen von g h statt. Noch muß Sie aber, glaube ich, wenigstens eine Schwierigkeit beunruhigen; nähmlich, zu erklären, wie die ganze Anziehungskraft in einem Augenblicke in g e wirke. Ich denke, ein einziger Versuch wird hinreichend seyn, diese Schwierigkeit zu heben.

Fig. 20. Taf. 1.

A B C u. s. f. sollen eben so viel besondere positiv geladene Stücken Fläche, und G H I u. s. f. ihre correspondirenden negativen Flächen vorstellen. Sobald wir nun von A aus, durch einen metallenen Ausslader, den Mangel in G ersetzen, so wird G sogleich eine neue Ladung annehmen; denn der Mangel in H theilt sich sogleich zwischen H und G, so wie sich die in B angehäufte Materie sogleich zwischen B und A vertheilt und die nähmliche Vertheilung findet auch zwischen C und B, und I und H statt. Wenn wir nun den Inhalt von jeder kleinen Fläche verkleinern, und ihre Anzahl größer machen, so kommen wir sogleich der Schwierigkeit unserer Frage bey. Der metallene Ausslader wirkt hier gerade so, wie die Verringerung der Entfernung von g h, in Figur 15., und wenn die Stücken Fläche A B u. s. f. einzelne Theilchen vorstellen, so müssen eben die Wirkungen erfolgen, welche ich oben angegeben habe, nur in höherem Grade.

Aber weiter, es muß Ihnen in diesem Falle eben so begreiflich seyn, als in andern, deren ich mich bedient habe, den Widerstand des Glases zu erklären, daß man, wenn man an die Stelle des Punktes e (S. Fig. 15.) eine kleine Fläche bringt, dadurch den Widerstand zwischen e und h verstärkt. Daher ist der Grund leicht einzusehen, weshalb Kugeln von verschiedener Größe mehr, oder weniger isoliren, weil ihre Oberfläche nach einem gewissen Verhältnisse zu ihrer

Größe zunimmt. Sie werden die bisher aus einander gesetzten Grundsätze auf eine Menge bekannter Thatsachen anwenden können, die Ihnen bey einiger Bemühung, und nach nur wenigen Erfahrungen in unsrer Wissenschaft vorkommen müssen.

Jetzt will ich Sie noch auf ein Factum aufmerksam machen, nähmlich, daß man aus kurzen, dicken Leitern einen längern Funken erhält, als aus langen dünnen. Wir haben gesehen, daß bey der Leidner Flasche die Dicke des Glases, welches durchbohrt werden kann, mit der Anhäufung auf einer bestimmten Fläche im Verhältniß steht.

Eben dieses erfolgt, wenn die Anhäufung in einem Luftkörper, der einen gewöhnlichen Leiter umgiebt, bewirkt wird, und folglich tritt auch die nähmliche Verschiedenheit in Ansehung des Luftraumes, durch welchen die Ladung gehen muß, ein; d. h. je größer der Luftkörper ist, durch welchen eine gewisse Menge elektrischer Materie verbreitet worden, desto größer wird die Oberfläche von dem correspondirenden negativen seyn. Umgekehrt, verringert man den Luftkörper, so verstärkt man zugleich die Ladung und vergrößert die Wirkung. Es ist aber keinem Zweifel unterworfen, daß Sie, wenn Sie Ihren Leiter verlängern, dadurch die Menge von Luft, welche Sie laden wollen, beträchtlicher vermehren, als wenn Sie seinen Durchmesser vergrößern. Um uns hiervon zu überzeugen, dürfen wir nur die Gestalt von Volta's Stäben, und Brooke's Roste betrachten. In beyden Fällen wird vermöge der Einrichtung des Apparates, die elektrische Materie auf einem Theile von der Atmosphäre verbreitet, gegen welchen die Atmosphäre, welche einen Leiter umgiebt, der drey Fuß im Durchmesser hat, und acht Fuß lang ist, gar nicht in Betracht kömmt.

Es

Es ist Zeit, daß ich noch einmal das Gebiet der Speculation und der Theorie verlasse, und auf bloße Facta zurückkomme.

Siebente Vorlesung.

Von dem Elektrophor.

Auf die Facta, die ich Ihnen bis jetzt beschrieben und erklärt habe, wurden wir dadurch geführt, daß wir unserem Apparate zwey sehr einfache Stücken beyfügten. Noch haben Sie von der Elektricität nichts kennen gelernt, als die zahlreichen Wirkungen, welche entstehen, wenn Sie an Ihren Cylinder einen gewöhnlichen Leiter oder eine Leidner Flasche bringen, bald nach dem Reiben desselben, oder während er noch gerieben wird. Ohnlängst aber hat die Elektricitätslehre einen beträchtlichen Zuwachs erhalten, durch die Entdeckung des Herrn Volta, mit welcher ich Sie jetzt bekannt machen will, so wie ich mich auch bemühen werde, Ihnen die sich dabey zeigenden Phänomene zu erklären *).

Fig. 21. Taf. 1.

A ist eine runde Scheibe von Messing, Kupfer, oder von Holz, mit Stanniol überzogen, ohne alle Ecken und Spitzen. Diese Scheibe nennt Herr Volta den Schild. — B ist eine andere runde Scheibe von Holz, Messing, oder irgend einer andern Substanz, mit einem Firniß überzogen. Einige ziehen einen Schwefelkuchen vor, andere einen Ueberzug von in

*) Der Elektrophor ist bereits im Jahre 1775. von Herrn Volta erfunden worden. A. d. U.

Weingeist aufgelöſetem Siegellack; und noch andere einen Ueberzug von Pech, das man in Terpentinſpiritus aufgelöſet hat. An die obere Scheibe iſt ein Stab von Glas, oder einer andern nicht leitenden Materie beſeſtiget. Die Erſcheinungen, welche ſich beym Gebrauche dieſes Apparates wahrnehmen laſſen, ſind folgende:

Wenn die Fläche der untern Scheibe recht trocken iſt, reibt man ſie, bis ſie Zeichen von Elektricität von ſich giebt. In dieſem elektriſchen Zuſtande nun ſetzt man den Schild darauf, verbindet dieſen zugleich durch irgend eine leitende Verbindung mit der Erde, und hebt dieſe Verbindung ſchnell wieder auf. Wenn man nun den Schild mit Hülfe des gläſernen Griffes oder Stabes aufhebt, ſo wird man mehrere beſondere Wirkungen wahrnehmen.

1) Aus dem Schilde wird gegen jeden ihm genäherten Körper ein Funke ſchlagen.

2) Der Schild wird ſich allezeit in Anſehung der Elektricität in einem Zuſtande befinden, der dem Zuſtande, in welchem ſich die elektriſirte Scheibe befindet, entgegengeſetzt iſt, d. h. er wird poſitiv ſeyn, wenn die Scheibe negativ, und negativ, wenn dieſe poſitiv iſt.

3) Setzt man den Schild, nach dem Ausziehen des Funkens, wieder auf die Scheibe, verbindet ihn ebenfalls mit der Erde, und hebt ihn nochmals bey dem Handgriffe in die Höhe, ſo nimmt man die nähmlichen Erſcheinungen wahr, ohne daß man nöthig hätte, die Scheibe von Neuem zu reiben; ja man kann dieß Verfahren mehrere Stunden hinter einander wiederholen, ohne eine Veränderung in Abſicht auf jene Wirkungen zu bemerken, wofern man nur Sorge trägt, daß keine Feuchtigkeit, keine Federn, Haare, Staub, oder andere leichte Körper, welche faſt in jedem Zimmer in der Luft umher fliegen, auf den Apparat fallen.

4) Be-

4) Berührt der Schild die elektrische Scheibe auch nur in einigen Punkten, so kann man doch, wenn man auf die vorher beschriebene Art verfährt, einen beträchtlichen Funken aus ihm herausziehen

5) Die abnehmende Kraft des Elektrophors soll sehr verstärkt werden, wenn man eine geladene Flasche auf die untere Scheibe stellet, und sie allmählich an der innern Seite entladet, indeß die äußere die geriebene Fläche der elektrisirten Scheibe berührt. Die nähmliche Wirkung soll erfolgen, wenn man die starke Ladung eines andern Schildes in den Schild des geschwächten Elektrophors übergehen läßt *).

Bis jetzt haben wir noch keine andere vernünftige Erklärung von den Erscheinungen dieses sonderbaren Instruments, als die, welche mein vortrefflicher Freund, Herr Bewly, in dem Monthly Review davon gegeben hat **). Er sagt nähmlich, die geriebene Scheibe

*) Ist die untere Scheibe von Metall, so läßt sich noch eine sechste Wirkung wahrnehmen, wenn man diese zuerst und dann den darauf gesetzten Schild mit zwey Fingern berührt. Hier fühlt man nähmlich einen elektrischen Schlag, der dem Schlage einer Leidner Flasche ganz ähnlich ist. — So weit sind die Phänomene des Elektrophors von dem Verfasser richtig beschrieben worden. Allein die Erklärung, welche er in der Folge von ihnen zu geben versucht hat, ist, dünkt mich, so durchaus unnatürlich, und zum Theil widersprechend, daß auch für die, welche nur mit den ersten Grundsätzen der Elektricität bekannt sind, eine umständliche Widerlegung derselben völlig entbehrlich zu seyn scheint. Auch würde sie mich zu weit führen. Ich werde daher nur das Auffallendste darinnen kurz bemerken. A. d. U.

**) Man muß sich in der That wundern, wie der Verfasser dieß im Jahre 1794 behaupten konnte; da ihm doch wenigstens die Abhandlung von Jngenhouß in Phil. Transact. Vol. LXVIII. P. II. N. 48. bekannt

wirke auf die elektrische Materie, welche von Natur in der obern messingnen Scheibe enthalten sey, und treibe einen Theil von ihrer natürlichen Menge, an der Stelle, wo man den Finger anlege, unter der Gestalt eines Funkens heraus. Hebt man, (sagt er) die Messingplatte in diesem Zustande bey ihrem Handgriffe in die Höhe, so wird sie einen Funken von dem Finger erhalten.“ Den Umstand, daß man diese Wirkung mehrmals hinter einander wiederholen kann, leitet er davon ab, weil der elektrische Körper, da er nichts von seiner Elektricität verliert, seine Kraft behält. Diese Erklärung paßt bloß auf den Fall, wo die geriebene Fläche positive Elektricität giebt; bey der negativen Elektricität hingegen muß man sie umkehren. Allein es stehen ihr Einwürfe entgegen, welche mir unwiderlegbar zu seyn scheinen. Erstlich, nimmt sie zu einer zurückstoßenden Kraft ihre Zuflucht, wo es, dünkt mich, ganz und gar nicht nöthig ist, und ehe man noch entscheidend bewiesen hat, daß überhaupt eine solche Kraft in unserer Wissenschaft wirksam sey *). Zweytens, tadle ich überhaupt den Ausdr[illegible] daß die elektrische Materie aus dem Schilde angezoge[illegible], oder zurückgestoßen werde. Er ist nicht genau. Der Schild wirkt bloß wie ein Leiter,

seyn mußte, in welcher man fast alle Phänomene, die man bey dem Elektrophor wahrnimmt, nach dem Franklinischen Systeme umständlich und befriedigend erklärt findet. A. d. U.

*) Wie unbedeutend dieser Einwurf sey, ergiebt sich schon aus dem, was ich oben, S. 53. erinnerte. Ohnmöglich kann der Verfasser den Satz leugnen, daß ein Körper, der in den Wirkungskreis eines positiv oder negativ elektrischen Körpers kömmt, jederzeit die entgegengesetzte Elektricität annimmt; und hier ist es am Ende einerley, ob ich diese Wirkung mit Hülfe einer anziehenden, oder zurückstoßenden Kraft erkläre. A. d. U.

ter, und die ganze Wirkung ist bloß Folge eines Ueberflusses oder Mangels in der Luft, welche den Schild umgiebt *).

Wenn Sie die besondern Erscheinungen des Elektrophors genau betrachten, so werden Sie mir, glaube ich, Recht geben, wenn ich sage, daß er von einem gewöhnlichen Cylinder nur in einem Umstande verschieden sey, und daß seine Wirkungen gerade aus denselben Ursachen herkommen, mit deren Hülfe wir bereits die Wirkung von jeder andern Elektrisirmaschine erkläret haben. Man wird die Aehnlichkeit von diesen Instrumenten wahrnehmen, wenn man auf folgende besondern Umstände Acht hat.

1) Ein isolirtes, mit Stanniol überzogenes Küssen, wird, an den Cylinder gebracht, alle Erscheinungen des Elektrophors hervorbringen. — Der Versuch, den ich meyne, läßt sich auf folgende Art deutlich machen. Fig. 22. Taf. 1. ist A B ein Stück Holz, welches ausgehöhlt, und frey von allen Ecken und Spitzen ist; es ist mit Stanniol überzogen, und mittelst des Glasstabes C D isolirt. An das Holz ist ein Küssen befestiget, und dieses auf die gewöhnliche Art angebracht, den Cylinder E F zu elektrisiren. So lange nun das Küssen vollkommen isolirt ist, so wird man kein Zeichen von Elektricität entdecken, wenn man auch den Cylinder noch so oft herumdrehet. Hört man aber auf zu drehen, bringt einen Finger an A B, und entfernt sodann A B von dem Cylinder, so wird A B bey der Annäherung

*) Allerdings wirkt der Schild wie ein Leiter, nähmlich wie ein leitender Körper, der in den Wirkungskreis eines elektrisirten elektrischen Körpers gebracht worden ist; er wird folglich nicht durch Mittheilung, sondern durch Vertheilung elektrisch. — Der Verfasser widerspricht auch dieser seiner Behauptung in der Folge, wie mich dünkt, gar sehr. A. d. U.

des Knöchels einen Funken geben, auch wenn man es ein zweytes, drittes und viertes mal mit dem Cylinder in Berührung bringt, ohne daß man nöthig hat, den Cylinder wieder herum zu drehen, oder das Reiben zu erneuern *).

Durch ein dem bereits beschriebenen ähnliches Verfahren, kann man zu wiederholten malen Funken erhalten, ganz so, wie ich sie Ihnen als Wirkungen des Elektrophors beschrieben habe. Wenn man sich nun an die Stelle von E F eine Glastafel denkt, und annimmt, daß A B die ganze Tafel bedecke, so hat man einen Elektrophor, der von einem gewöhnlichen Cylinder in nichts verschieden ist. Weiter, wenn Sie, nachdem der Elektrophor zuvor gerieben worden, den Schild wegnehmen, und mehrere mit der Erde verbundene metallene Spitzen an die elektrisirte Fläche bringen, und dann den Schild wieder darauf setzen, so werden Sie keinen Funken mehr erhalten können, bevor Sie nicht das Reiben von Neuem vornehmen **). Gerade dasselbe

*) Wenn man eine Elektrisirmaschine so einrichtet, daß sie einem Elektrophor ganz ähnlich wird, und nur der äußern Gestalt nach von ihm verschieden ist, wie der Verfasser hier thut, und mit beyden Instrumenten auf ähnliche Art verfährt, so muß man nothwendig auch ähnliche Wirkungen erhalten. Daraus folgt aber keinesweges, daß eine gewöhnliche Elektrisirmaschine auf die gewöhnliche Art behandelt, und ein Elektrophor gleiche Wirkungen hervorbringen, mithin einander völlig gleich seyn müssen. A. d. U.

**) Dieß stimmt keinesweges mit der Erfahrung überein. Ein Pechkuchen z. B. wird immer noch, wenn gleich in geringerem Grade, als ein Elektrophor wirken, und eine darauf gesetzte Metallscheibe durch Vertheilung elektrisch machen können, und wenn man ihn auch Tage lang der Einwirkung von mehrern mit der Erde verbundenen Spitzen ausgesetzt haben sollte. A. d. U.

Digitized by Google

selbe ereignet sich bey dem Herumdrehen des Cylinders; denn so bald der elektrisirte Theil des Cylinders unter dem Küssen weggegangen ist, stehen ihm eine Menge Spitzen entgegen, welche den elektrisirten Theil wieder in seinen natürlichen Zustand versetzen, und ihn unfähig machen, Merkmale von Elektricität zu zeigen, bevor er nicht wieder mit dem Küssen in Berührung gekommen ist. Noch weiter, wenn man die Fläche eines Elektrophors gerieben hat, und metallene Spitzen, welche mit einem isolirten Leiter verbunden sind, ihr nähert, so wird sich der Leiter entladen lassen, gerade wie wenn er an einen elektrisirten Cylinder gebracht wird *).

Ich habe nicht nöthig, mich länger dabey aufzuhalten, Ihnen zu zeigen, welche Aehnlichkeit zwischen dem Elektrophor und einer gewöhnlichen Elektrisirmaschine statt finde, oder wie es möglich sey, mit Hülfe der letztern alle Phänomene der erstern hervor zu bringen. Ich will Sie daher auf die Wirkungen aufmerksam machen, welche Ursache waren, daß man dieses Instrument, nach seiner Erfindung, für so wundernswürdig hielt, und von allen andern Instrumenten verschieden glaubte.

Warum kann man beym Elektrophor bloß durch das Daranbringen des Schildes und Fingers, und beym Cylinder durch das Daranbringen des isolirten Küssens zu wiederholten malen Funken erzeugen? Sie

*) Dieß wird der Fall seyn, wenn die Fläche des Elektrophors sehr stark elektrisirt war. Allein als Elektrophor wird sie auch dann noch ziemlich stark wirken, und den darauf gesetzten Schild in den Stand setzen können, beträchtliche Funken zu geben, wenn man aus dem isolirten Leiter, dessen Spitzen man dem Elektrophor zuvor genähert hatte, auch nicht den geringsten Funken mehr zu erhalten, noch überhaupt an ihm einige Merkmale von Elektricität zu entdecken im Stande war. A. d. U.

Digitized by Google

werden sich noch erinnern, daß ich die Trennung der elektrischen Materie von elektrischen Körpern bereits der Veränderung der Anziehungskraft zugeschrieben habe, welche nothwendig statt finden muß, wenn Körper, von verschiedener Natur, mit einander in genaue Berührung treten. In dem gegenwärtigen Falle können Sie die Wirkung von dieser Ursache sehen, wenn Sie auf die Folge von verschiedenen Umständen, welche beym Reiben des Elektrophors eintreten, Acht haben.

Das behaarte Fell, die Seide, oder jeder andere Körper, dessen Sie sich als Leiter bedienen, wird mit der Fläche des Elektrophors in völlige Berührung gebracht. In diesem Zustande ziehen die Körper mehr oder weniger elektrische Materie an, als wenn sie getrennt sind, folglich wird eine gewisse Menge elektrischer Materie durch die Hand oder was mit dem Reibzeuge verbunden ist, entweder aus der Erde zugeführt, oder in die Erde abgeleitet. Ist nun das behaarte Fell von der Fläche des Elektrophors weggenommen worden, so wird sich auf dieser Fläche entweder eine gewisse Menge elektrischer Materie angehäuft haben, die sie leicht entlassen kann, oder sie wird eine gewisse Menge verloren haben, die sie sich, nach der Entfernung des Reibzeugs vom nahe liegenden Körpern anzuziehen bestreben wird. Mit andern Worten, Sie werden die geriebene Fläche entweder in einem positiven oder negativen Zustande finden. Lassen Sie uns dieselbe erst in einem positiven Zustande betrachten.

Wenn man den Schild unter diesen Umständen darauf setzt, warum giebt er, beym Annähern des Fingers, keinen Funken *)? oder warum führt er nicht irgend

*) Er giebt allerdings einen Funken, nur ist dieser weit schwächer, als den er nach dem Aufheben hervor-

gend einem leitenden Körper, der sich in seiner Nähe befindet, und mit der Erde in Verbindung steht, die überflüssige elektrische Materie, welche auf der Fläche angehäuft worden ist, zu? Hierauf antworte ich, daß sich das Gesetz der Anziehung sogleich verändere, sobald, als man die Metallfläche mit der elektrisirten positiven in Berührung bringt. Beyde Flächen ziehen mehr an, als eine allein gethan haben würde, und sie können nicht nur alle überflüssige elektrische Materie auf der geriebenen Fläche festhalten, sondern noch mehr aufnehmen, welches sich aus dem Versuche ergiebt. Wenn man hingegen den Schild wegnimmt, so wird sogleich die Vereinigung, welche ein stärkeres Anziehen hervorbringt, aufgehoben, und es ist jetzt nichts mehr vorhanden, wodurch die angehäufte überflüssige Menge verhindert werden könnte, unter der Gestalt eines Funkens auszuströmen *).

Man könnte fragen, warum es, wenn diese Theorie gegründet wäre, nothwendig sey, die Fläche des elektrischen Körpers zu reiben, ehe die Berührung desselben mit dem Schilde die beschriebene Wirkung hervorbringen könne? Mir kömmt es nicht abgeschmackt vor, anzunehmen, daß das Anziehen, wovon ich bereits so oft gesprochen habe, durch die Anhäufung der elektrischen Materie auf beyden Flächen verstärkt werde, gerade, wie ein kleiner Tropfen Wasser oder Oel, den man auf den Flächen von zwey Stücken Glas aus einander

vorbringt, und von entgegengesetzter Beschaffenheit. A. d. U.

*) Hier scheint der Verfasser zu folgern, daß der Funke, den man unter solchen Umständen nach dem Aufheben des Schildes erhält, positiv sey. Allein dieß ist nie der Fall. Er ist jederzeit negativ, wie der Verfasser auch oben, S. 68. bemerkt hat, wo er sagt, daß die Elektricität des Schildes der Elektricität der Scheibe allemal entgegengesetzt sey. A. d. U.

Digitized by Google

ander gerieben hat, das Aneinanderhängen derselben verstärkt. Ueberdieß wirkt das Reiben auf verschiedenen Wegen, welche alle die Erregung der ursprünglichen Elektricität begünstigen. Sodann müssen Sie noch, zu Begründung meiner Hypotheſe, bemerken, daß dieß nicht der einzige Fall sey, in welchem die Vereinigung einer Metallfläche mit der Fläche eines elektrischen Körpers elektrische Erscheinungen hervorbringt. Unsere Amalgame wirken nach dem nähmlichen Grundsatze, und mehrere andere ähnliche Fälle habe ich bereits angeführt, denen man noch einen sehr entscheidenden Versuch des Herrn Bennet beyfügen kann. Er erwärmte eine wohl polirte Marmorplatte, um sie von aller Feuchtigkeit zu befreyen. Auf die Fläche derselben legte er eine geschliffene Messingplatte, und drückte sie mittelst eines metallenen Stabes fest an den Marmor an. Wurde nun die Messingplatte weggenommen, so zeigte sie offenbar Spuren von überflüssiger Elektricität, welche sich durch das bloße Berühren des Metalls gesammelt hatte *).

Auch den entgegengesetzten Fall von dem, welchen ich Ihnen so eben erkläret habe, müssen Sie leicht begreifen können. Wenn zwey verbundene Flächen weniger elektrische Materie enthalten, als, wenn sie getrennt sind, so müssen sie durch die Vereinigung eine gewisse Menge verlieren, und bey diesem Verlieren Zeichen von positiver Elektricität von sich geben **). Doch ich

*) Dieser Versuch ist nicht so entscheidend, als der Verfasser meynt. Die Marmorplatte wurde bereits durch das Erwärmen elektrisch; mithin unterschied sie sich gar nicht von einem gewöhnlichen Elektrophor, und eine darauf gesetzte Messingplatte mußte, nach dem Berühren mit einem Metallstabe, nothwendig durch Vertheilung elektrisch werden. A. d. U.

**) Dieß aber doch wohl nur zur Zeit der Berührung, und nicht nach der Trennung? A. d. U.

ich will diese und andere ähnliche Erscheinungen dann erklären, wenn ich zuvor eine Beschreibung von den Wirkungen des isolirten Elektrophors gegeben habe.

Achte Vorlesung.

Von dem isolirten Elektrophor.

Fig. 23. Taf. 1.

A B ist ein rundes, mit Stanniol überzogenes Stück Holz, das auf einem isolirenden Stative C D ruhet. Auf die Fläche von A B wird die elektrisirte Scheibe gelegt; a b ist ein Drath, mit einer messingenen Kugel, an welcher die Korkkügelchen g und h hängen.

1) Hat man die Hand auf den Schild gelegt, wenn er die Scheibe berührt, so läßt sich, beym Wegnehmen des Schildes, nicht das geringste Zeichen von Elektricität wahrnehmen *).

2) Verbindet man beyde Seiten von der elektrisirten Scheibe mittelst eines isolirten Ausladers, und hebt dann den Schild in die Höhe, so kann man auch hier keine Spur von Elektricität entdecken.

Soll dieser Versuch gelingen, so muß die Harzscheibe frey von allen Spitzen seyn, und man muß, ehe man den Schild darauf setzet, jeden Theil des Apparates, die geriebene Fläche ausgenommen, von der ihm etwa anhängenden Elektricität sorgfältig befreyen **).

3) Der

*) Schwerlich wird man ihn je ganz ohne Elektricität finden, wiewohl diese jederzeit schwach seyn muß, da die Elektricität der Scheibe ihre Kraft größtentheils auf die untere Belegung verwendet. A. d. U.

**) Dieser Versuch dürfte wohl nur dann so ausfallen, wenn die Harzscheibe bereits vor dem Reiben vollkommen isolirt ist. In diesem Falle treten nähmlich die-

3) Der Schild ist nur dann geladen, wenn man die Verbindung zwischen ihm und der Scheibe bis zur Erde fortführt; doch gehen hierbey die Korkkugeln nicht eher aus einander, als bis man den Schild in die Höhe gehoben hat. Ist dieß aber geschehen, so divergiren sie sogleich, und fallen, wenn man den Schild unentladen, wieder aufgesetzt hat, plötzlich wieder zusammen *), da im Gegentheil ihre Divergenz fortdauert, wenn man den Schild entladen, und dann auf die elektrisirte Fläche gesetzet hat.

Wenn man in dieser Lage die obere und untere Seite verbindet, so theilt man dem Schilde eine schwache Ladung mit, welche bey jeder Wiederholung dieses Verfahrens immer schwächer wird.

4) Aus der Messingscheibe kann man, nach der Trennung, einen fast eben so starken Funken ziehen, als aus dem Schilde; allein die Elektricität desselben ist jederzeit der Elektricität des Schildes entgegengesetzt.

Dieß sind etwa die merkwürdigsten Erscheinungen des isolirten Elektrophors, wenn man ihn durch Reiben elektrisirt hat. Hat man ihn aber durch Mittheilung elektrisirt, so findet in Ansehung dieser Erscheinungen noch eine große Verschiedenheit statt.

5) Wenn man auf die elektrisirte Fläche die negative Seite einer geladenen Flasche stellt, und die entgegengesetzte Seite der letztern mit der Hand berührt, so

dieselben Gründe ein, aus welchen eine isolirte Flasche nicht geladen werden kann. — Rieb ich die Harzscheibe, wenn sie durch leitende Substanzen mit der Erde verbunden war, und isolirte sie dann, so erhielt ich, auch unter den vom Verfasser angegebenen Umständen, aus dem aufgehobenen Schilde jederzeit einen Funken. A. d. U.

*) Sie gehen aber auch bald wieder von Neuem aus einander. A. d. U.

so entsteht sogleich ein Funke, und die Korkkugeln g und h gehen mit negativer Elektricität aus einander.

Nimmt man die Flasche weg, und setzt den Schild an ihre Stelle, so bemerkt man, bey der nachmaligen Entfernung des Schildes, keine Veränderung, wofern man nicht etwa zwischen ihm und der Erde eine Verbindung gemacht hat. Ist dieß geschehen, so hat man ihm eine Ladung mitgetheilt, und Schild und Korkkugeln sind entgegengesetzt elektrisch.

Stellt man die positive Seite einer Leidner Flasche auf die geriebene Fläche, so gehen die Korkkugeln mit positiver Elektricität aus einander. Hier ist aber zu bemerken, daß diese Versuche mit einer harzigen Substanz gemacht sind.

6) Die Erscheinungen an den Korkkugeln und dem Schilde verändern sich wesentlich, wenn man die Leidner Flasche an den Elektrophor bringt, indeß der Schild die geriebene Fläche berührt. Bringt man die negative Seite der Flasche daran, und ziehet aus der positiven einen Funken, so gehen die Korkkugeln sogleich mit negativer Elektricität aus einander. Sobald man hingegen den Schild aufhebt, so fallen sie sogleich zusammen, und gehen wieder eben so schnell mit positiver Elektricität aus einander.

Bringt man, nach Entfernung der Flasche, die Hand an den Schild, vor dem Aufheben desselben, so schlägt ein kleiner Funke auf die Hand; bey dem Aufheben des Schildes aber fallen die Kugeln zusammen, gehen aber sogleich wieder aus einander und geben Zeichen von positiver Elektricität *). — Verbindet man den Schild, und die Messingscheibe entweder durch einen isolirten, oder durch einen unisolirten Leiter, so fallen die Kugeln zusammen, und gehen wieder aus einander, und

*) Dieß erfolgt bereits vor dem Aufheben des Schildes. A. d. U.

und der Schild erhält, bey dem Aufheben, einen sehr lebhaften negativen Funken *).

Es versteht sich, daß bey allen vorhergehenden Versuchen die Messingscheibe an der untern Seite beständig fest anliegt, indeß bloß der Schild, oder die leitende Substanz, welche mit der obern Seite in Verbindung steht, beweglich ist. Es ist jedoch von Wichtigkeit, zu wissen, was sich ereignet, wenn man beyde metallenen Flächen beweglich macht.

Allein dieß läßt sich nicht ganz leicht bewerkstelligen. Es ist sehr schwer, eine harzige Substanz dünn genug zu machen, und die doch auch zugleich die erforderliche Festigkeit habe. Die ganz dünnen Scheiben von Talk, die ich mir habe bereiten können, sind zu klein, als daß man sich ihrer hier mit Vortheil bedienen könnte. Aus diesem Grunde habe ich zu dem gewöhnlichen Glase meine Zuflucht genommen. Die Resultate von meinen wiederholten Versuchen sind folgende:

7) Anstatt der Harzplatte, nahm ich eine Glasscheibe, etwa zwölf Zoll im Durchmesser und $\frac{1}{4}$ Zoll dick, und legte sie auf eine untere Metallplatte, welche fünf Zoll im Durchmesser hatte, und mit den Korkkugeln g und h gut verbunden war. Nach einer solchen Vorrichtung ließ ich aus einem positiven Leiter Funken darauf schlagen, und brachte meine Hand zugleich mit dem Drathe a b in Verbindung. Auf diese Weise wurde die Glasscheibe beträchtlich stark geladen, und zwar war ihre obere Seite ausgemacht positiv, und die untere negativ elektrisch. Auf die so geladene Glasscheibe nun setzte ich den Schild, und erhielt von diesem, wenn ich mich ihm mit meiner Hand näherte, einen Funken.

Ich

*) Mir wollte dieser Versuch nicht gelingen. Ich erhielt nähmlich jederzeit einen positiven Funken, welches mir auch mit der Theorie übereinzustimmen scheint. A. d. U.

Ich brachte nunmehr meine Hand an a b, und erhielt hier einen zweyten Funken. Wenn ich dieß Verfahren vier- bis fünfmal wiederholte, wurden die Funken immer schwächer und schwächer, bis sie endlich ganz aufhörten. Jetzt hob ich nun den Schild in die Höhe, und er war stark negativ; dagegen fielen die Korkkugeln, bey dem Aufheben des Schildes zusammen, und giengen wieder mit positiver Elektricität aus einander.

Ich kehrte nun die Glasscheibe um, so, daß die untere Seite herauf kam, setzte den Schild darauf, und machte die Verbindung, gerade wie bey dem vorigen Versuche; hier zeigte sich aber der Schild, nach dem Aufheben, stark positiv, und die Korkkugeln waren negativ.

Wenn man aber, vor dem Aufsetzen des Schildes auf die Glasscheibe, die Korkkugeln sorgfältig aller ihrer Elektricität beraubt, so werden beyde Seiten der Glasscheibe, die untere und die obere, mit positiver Elektricität geladen werden, oder Zeichen von sich geben, daß sie sich zu einer und derselben Zeit in einem und dem nähmlichen Zustand befinden *).

Es ist zu bemerken, daß sich die Folge der verschiedenen Elektricitäten bey den vorhergehenden Versuchen zu verändern scheint, je nachdem man den Drath, oder den Schild zuerst berührt. Wenn sich aber dieß auch gleich sehr oft zuträgt, so berechtigen uns solche Anomalien dennoch nicht, eine so sonderbare Reihe von ver-

*) Ich muß bekennen, daß mir dieser Versuch nie hat gelingen wollen. Der Verfasser hat ihn in der That nicht bestimmt genug beschrieben. Ich sehe wenigstens nicht ein, wie er unter den angeführten Umständen je gelingen solle. A. d. U.

[illegible] Ergebnissen [illegible] ganz zuverlässig zu hal-
[illegible]

[illegible] Erscheinungen lassen sich [illegible] zeigen, weil er an der [illegible] Allein wenn man die Ver-[illegible] die ich bisher durchge-[illegible] man hinläng-[illegible] daß sich die nähm-[illegible] wofern man [illegible] könnte**).

[illegible] Hauptwahrhei-[illegible] ich glaube, noch un-[illegible] wofern Sie nur auf eini-[illegible] Erscheinungen Acht ge-[illegible] die verschiedenen [illegible] könne, daß [illegible] Ursache her-[illegible] daß der [illegible] Fläche gesetzt, oder [illegible] daß nicht zugleich die [illegible] oder verstärkt [illegible]

[illegible] oder mit [illegible] mitgetheilt, [illegible] mit der untern [illegible] gegangen, [illegible] man den Schild [illegible] sich, nach [illegible] Mit die-
sem

[illegible] Phänomene nicht [illegible] da sie der [illegible] S. d. U.

[illegible] auf die ver-[illegible] ausfallen [illegible] S. d. U.

sem Umstande kömmt die Verschiedenheit, welche sich in Ansehung der Ladung zeigt, wenn der Harzkuchen entweder mit oder ohne Schild elektrisch ist, völlig überein. Mit andern Worten, das Daraufsetzen des Schildes bringt eine neue Kraft hervor, und unter die Wirkungen derselben gehören die besondern Ereignisse, in Rücksicht deren sich die Erscheinungen des Elektrophors von den Erscheinungen der Leidner Flasche unterscheiden *).

Erster Fall.

Der Schild soll auf der positiven Seite der geladenen Scheibe stehen. Hier wollen wir nun annehmen, daß, wenn beyde Körper auf diese Art verbunden seyen, eine neue Kraft hervorgebracht werde, welche auf der obern Seite eine gewisse Menge elektrischer Materie erfordere. Diese Menge nun kann nicht von der angehäuften Materie, welche die Ladung ausmacht, herkommen, wenn diese gleich mit dem Schilde in Verbindung steht; denn die angehäufte Menge hat bloß Verwandtschaft zu der Anziehungskraft, welche auf der negativen oder untern Seite des Glases wirkt.

Diese erforderliche Menge kann auch nicht vermittelst einer mit der Erde gemachten Verbindung zugeleitet werden, denn ehe sich auf der obern Seite eine solche Vermehrung hervorbringen läßt, muß zu gleicher Zeit eine gleiche Menge von der untern Seite entfernt werden.

Sie sehen hier den Grund, weshalb man beym Harzelektrophor nicht eher eine Ladung bewirken konnte, als bis man zwischen der obern und untern Seite und

*) Das Annähern der Korkkugeln kömmt vielmehr daher, weil der auf den Harzkuchen gesetzte Schild nothwendig einen Theil seiner Wirksamkeit auf sich ziehen muß. A. d. U.

verschiedenen Ereignissen für ganz zuverlässig zu halten *).

Die bisher beschriebenen Erscheinungen lassen sich nicht an dem Harzelektrophor zeigen, weil er an der Messingplatte fest ist. Allein wenn man die Versuche mit diesen Instrumenten, die ich bisher durchgegangen bin, genau untersucht, so wird man hinlänglichen Grund finden, anzunehmen, daß sich die nähmlichen Veränderungen ereignen würden, wofern man mit dem Harzkuchen auf gleiche Art verfahren könnte **).

Wenn Sie wieder auf eine von jenen Hauptwahrheiten zurückgehen, welche Ihnen, wie ich glaube, noch unbezweifelter vorkommen muß, wofern Sie nur auf einige von den so eben beschriebenen Erscheinungen Acht geben, so wird es Ihnen leicht werden, die verschiedenen Arten zu entdecken, auf welche es geschehen könne, daß alle von der Wirkung einer und derselben Ursache herkommen. Sie müssen nähmlich bedenken, daß der Schild niemals auf die geriebene Fläche gesetzt, oder von ihr weggenommen wird, ohne daß nicht zugleich die Anziehungskraft entweder geschwächt, oder verstärkt werde.

Hat man, der Scheibe G durch Reiben oder mit Hülfe einer Leidner Flasche einige Ladung mitgetheilt, und sind folglich die Kugeln, welche mit der untern Seite in Verbindung stehen, aus einander gegangen, so nähern sich letztere einander, so bald man den Schild die Scheibe berühren läßt, und entfernen sich, nach dem Wegnehmen desselben, sogleich wieder. Mit diesem

*) Mir scheinen diese verschiedenen Phänomene nicht den Nahmen von Anomalien zu verdienen, da sie der Natur der Sache völlig gemäß sind. A. d. U.

**) Nur daß hier die Resultate in Hinsicht auf die verschiedenen Elektricitäten entgegengesetzt ausfallen würden. A. d. U.

Digitized by Google

sem Umstande kömmt die Verschiedenheit, welche sich in Ansehung der Ladung zeigt, wenn der Harzkuchen entweder mit oder ohne Schild elektrisch ist, völlig überein. Mit andern Worten, das Daraufsetzen des Schildes bringt eine neue Kraft hervor, und unter die Wirkungen derselben gehören die besondern Ereignisse, in Rücksicht deren sich die Erscheinungen des Elektrophors von den Erscheinungen der Leidner Flasche unterscheiden *).

Erster Fall.

Der Schild soll auf der positiven Seite der geladenen Scheibe stehen. Hier wollen wir nun annehmen, daß, wenn beyde Körper auf diese Art verbunden seyen, eine neue Kraft hervorgebracht werde, welche auf der obern Seite eine gewisse Menge elektrischer Materie erfordere. Diese Menge nun kann nicht von der angehäuften Materie, welche die Ladung ausmacht, herkommen, wenn diese gleich mit dem Schilde in Verbindung steht; denn die angehäufte Menge hat bloß Verwandtschaft zu der Anziehungskraft, welche auf der negativen oder untern Seite des Glases wirkt.

Diese erforderliche Menge kann auch nicht vermittelst einer mit der Erde gemachten Verbindung zugeleitet werden, denn ehe sich auf der obern Seite eine solche Vermehrung hervorbringen läßt, muß zu gleicher Zeit eine gleiche Menge von der untern Seite entfernt werden.

Sie sehen hier den Grund, weshalb man beym Harzelektrophor nicht eher eine Ladung bewirken konnte, als bis man zwischen der obern und untern Seite und

*) Das Annähern der Korkkugeln kömmt vielmehr daher, weil der auf den Harzkuchen gesetzte Schild nothwendig einen Theil seiner Wirksamkeit auf sich ziehen muß. A. d. U.

der Erde eine Verbindung machte; denn auf diese Art führten wir ihm nicht nur die fehlende Materie zu, sondern wir setzten ihn auch in den Stand, einen correspondirenden Mangel hervorzubringen.

Jetzt können wir nun begreifen, daß der Apparat nicht nur die Ladung, welche ihm anfänglich durch Reiben mitgetheilt worden war, sondern noch eine andere halten müsse, welche von der Gegenwart des Schildes abhängt. Heben Sie den Schild ab, und die ganze überflüssige Menge, welche vermöge seiner Anziehungskraft angehäuft wurde, muß frey seyn, folglich müssen wir einen positiven Funken erhalten. Die untere Seite muß aber auch negativ seyn; denn der Verlust, welcher gleich anfänglich durchs Reiben hervorgebracht wurde, ist jetzt vergrößert worden. Nun bedenken Sie aber, daß Sie bey dem Aufheben des Schildes und Ausladen der positiven Elektricität auf der obern Seite, auf der untern Seite eine negative Elektricität zurücklassen, welche stärker ist, als daß sie mit ihrer correspondirenden positiven im Verhältniß stehen könnte: daher wird die obere Seite bewogen, noch mehr aufzunehmen, und giebt, obgleich in einem verschiedenen Zustande, gerade die Zeichen von sich, wie die untere Seite.

Zweyter Fall.

Wenn der Schild auf der geriebenen Fläche steht, so wollen wir erst den Draht a b berühren, und dann zwischen der Erde und der obern Seite eine Verbindung machen. Hier wird nun unmittelbar an der obern Seite eine gewisse Menge elektrischer Materie frey, die nun die vermehrte Anziehungskraft, welche die Gegenwart des Schildes hervorgebracht hat, beschäftigt: was übrig ist, wird nach Art einer gewöhnlichen Entladung abgeführt, oder es wird zu Wiederherstellung des Gleichgewichts

gewichts zwischen beyden Seiten verwendet; so, daß die einzige noch übrige Ladung keine andere ist, als die von der Wirkung des Schildes herrührt, welcher, wenn der Drath erst berührt wurde, elektrische Materie nach der untern Seite hinzog. Hebt man nun also den Schild auf, oder nimmt ihm seine Kraft, so ist die untere Seite positiv, und der Schild negativ. Allein die negative Elektricität auf der obern Seite ist nach dem Aufheben des Schildes zu schwach, als daß sie der gegenüber befindlichen positiven entsprechen könnte; daher wird jene Seite bewogen, noch mehr elektrische Materie zu entlassen, und giebt, wie in dem vorhergehenden Falle, gerade die nähmlichen Zeichen der Elektricität von sich, wie die gegenüberstehende Seite *).

Ich hätte Ihnen noch mehrere andere Verschiedenheiten der Erscheinungen zeigen können, welche man bemerkt, wenn man einige Nebenumstände beym Elektrophor abändert. Allein ich mußte fürchten, daß eine zu ängstliche Verfolgung dieses Gegenstandes, welche dadurch noch lästiger wird, weil man sich so oft der nähmlichen Worte bedienen, und nicht selten die Aufmerksamkeit auf sehr unbedeutende Verschiedenheiten richten muß, bey Ihnen den Wunsch hervorbringen möchte, endlich einmal zu einem neuen Gegenstande fort zu gehen; und ein solcher Wunsch dürfte für weitere Untersuchungen über unsern Gegenstand nichts weniger, als vortheilhaft seyn.

*) In diesem Falle wäre also wohl eigentlich durch Vertheilung, und in dem erstern durch Mittheilung elektrisirt worden. — Wie unzulänglich diese und ähnliche Erklärungen des Verfassers sind, wird gewiß jeder, der mit der Theorie von den elektrischen Wirkungskreisen bekannt ist, auch ohne meine Erinnerung bemerken. A. d. U.

Digitized by Google

Die Bemerkung muß ich jedoch hier noch machen, daß es einem guten Elektriker wesentlich nothwendig ist, von dem eine Kenntniß zu haben, mit dessen Beschreibung und Erklärung ich mich so lange aufgehalten habe.

Wenn man über die Eigenheiten des Elektrophors genau nachdenkt, so werden nur wenig Fälle vorkommen, in welchen man den gegenseitigen Einfluß von zwey entgegengesetzten Flächen nicht leicht sollte einsehen können. Kennt man aber jene Eigenheiten des Elektrophors nicht, so laufen wir Gefahr, beständig in Irrthümer zu verfallen, und wir sind geneigt, von jeder neuen Erscheinung zu glauben, daß sie die Franklinische Hypothese umstoße, und uns berechtige, auf die thörigsten Einfälle und Ausschweifungen zu gerathen.

Neunte Vorlesung.

Von dem Elektricitätsverdoppler.

Dieses Instrument ist eine Erfindung des Herrn Bennet, dem wir in Rücksicht seines Elektroscopes, von dessen Vortrefflichkeit wir uns durch die Erfahrung zu überzeugen schon oft Gelegenheit gehabt haben, so vielen Dank schuldig sind.

Mit Hülfe des Elektricitätsverdopplers glaubt Herr Bennet die möglichst kleinste Menge Elektricität wahrzunehmen, die sich nur sammeln läßt. Ich will jetzt versuchen, Ihnen von seinen besondern Eigenschaften, und von den Erscheinungen, die sich beym Gebrauche desselben zeigen, eine Beschreibung zu geben.

Fig.

Digitized by Google

Fig. 24. Taf. 1.

Der Elektricitätsverdoppler besteht aus zwey polirten Messingscheiben A und B, davon jede mit einem isolirenden Handgriff versehen ist. Der Handgriff der einen ist an die Seite der Scheibe, und der Handgriff der andern in ihrem Mittelpunkte befestiget, und steht lothrecht auf ihrer Oberfläche. Beyde Scheiben sind bloß an der untern Seite überfirnißt. Will man nun den Verdoppler gebrauchen, so legt man B auf C, eine ähnliche Scheibe, welche mit den Metallstreifen des Elektroscopes in Verbindung steht.

Die geladene Fläche, die man untersuchen will, bringt man mit B in Berührung, während dieß auf C liegt. Hierauf läßt man den Finger, oder einen andern mit der Erde verbundenen Körper C berühren, trennt die Scheiben gleich darauf, und legt A auf B. Nunmehr verbindet man A mit der Erde, nimmt es dann von B weg, und bringt es mit C in Berührung. Indeß nun A und C mit einander in Verbindung stehen, legt man wiederum B auf C, und berührt es nochmals mit dem Finger. Nach diesem Verfahren nimmt man die Scheiben ganz weg, worauf sich denn die mitgetheilte Elektricität durch das Auseinandergehen der Goldblattstreifen an dem Elektroscope wahrnehmen läßt.

Bey jeder Wiederholung des so eben beschriebenen Verfahrens soll die Menge der Elektricität verdoppelt werden.

Die Art und Weise, auf welche dieses Instrument wirkt, ist nach Herrn Bennet folgende:

Bey dem ersten Aufeinanderlegen der Scheiben empfängt die unterste Seite von dem Firniß von B einen Theil von der Elektricität der zuerst geladenen Fläche, welche mit ihr in Berührung gebracht worden ist; folglich wird auf der obern Seite von dem Firniß von B, oder auf der, welche der Messingscheibe am nächsten liegt,

eine entgegengesetzte Elektricität hervorgebracht. Wenn man also A auf B legt, so theilt sich die untere Seite von seinem Firniß in die Elektricität der obern Seite von B's Firniß, folglich kömmt ihre Elektricität mit der Elektricität von C überein, und muß, wenn man sie zu der letztern hinzuthut, diese so oft verstärken, als dieß Hinzuthun vorgenommen wird *).

Die vorhergehende Erklärung läßt sich, nach meiner Meynung, nicht mit den anerkannten Grundsätzen der Leidner Flasche vereinigen. A wird auf B gelegt, und durch die bloße Berührung der obern Seite von seinem Firniß mit dem Finger wird die untere Seite von A geladen. Dieß muß Ihnen, gleich auf den ersten Blick, unmöglich vorkommen, wenn man nicht zu gleicher Zeit zwischen der untern Seite von B und der obern von A eine Verbindung macht **). Dann wird es dem Falle ganz ähnlich, wo die entgegengesetzten Seiten von zwey Leidner Flaschen verbunden sind.

Weiter, wenn A an C gebracht wird, wenn B darauf liegt, so soll die Ladung seiner untern Seite nicht auf seine eigene correspondirende obere Seite, sondern auf die

*) Ich zweifle, daß Bennet wirklich diese Erklärung von der Wirkung seines Verdopplers gegeben habe. — Richtig ist sie auf keinen Fall. Nie empfängt bey einem solchen Verfahren eine Scheibe von der andern die ihr zuvor mitgetheilte Elektricität, sondern sie wird nur durch Vertheilung elektrisch gemacht. A. d. U.

**) Nur dem kann dieß unmöglich vorkommen, welcher schlechthin leugnet, daß ein Körper durch Vertheilung elektrisch werden könne. Allein giebt man dieß zu, so wird die Erklärung hiervon leicht und natürlich; dahingegen die Erklärungen nach der Theorie des Verfassers, der hiervon nichts wissen will, jederzeit schwerfällig und unzulänglich ausfallen müssen. A. d. U.

Digitized by Google

die obere Seite von B wirken, deren Einfluß durch die gleichzeitige Wirkung von zwey gegenüberstehenden Seiten verdoppelt werden soll: da doch die untere Seite von A ganz und gar nicht wirken kann, wofern man nicht zu gleicher Zeit die Ladung von seiner obern Seite wegnimmt: thut man aber dieß, so vernichtet man auch zugleich den Einfluß, der zu Herrn Bennet's Erklärung schlechterdings nothwendig ist; denn die negative Elektricität, welche die Wirkung des Verdopplers haben soll, verdankt ihr Daseyn, der positiven, die man weggenommen hat *).

Die Idee, daß die negative Elektricität eines elektrisirten Körpers verstärkt werde, wenn man sie nahe an die positive eines andern bringe, ist in allen Fällen irrig, den einzigen ausgenommen, wo die positive Elektricität gleichzeitig wirken kann, und auch hier findet es nur in einem gewissen Grade, und unter gewissen Umständen statt.

1) Wenn man die positive Seite von einer geladenen Leidner Flasche mit der positiven Seite einer andern schwächer geladenen vereinigt, und zu gleicher Zeit zwischen ihren negativen Seiten eine Verbindung macht, so wird die stärkere Ladung der einen Flasche in die andere übergehen, bis beyde gleich stark geladen sind. Aber,

2) Wenn auch die elektrisirte Fläche in dem einen Falle von ungeheurer Größe wäre, und in dem andern nur wenige Zolle betrüge, so würde doch von der großen Masse von Elektricität auf der großen Fläche nicht mehr in die kleinere Fläche übergehen, als was erfordert würde, um beyde, in Ansehung ihrer Elektricität, in einerley Zustand zu versetzen. Dieß wird sich durch folgendes Beyspiel ergeben.

*) Auch dieser Einwurf ist von wenig Bedeutung, sobald man sich Elektrisiren durch Vertheilung denkt. A. d. U.

Versuch. Auf eine Glastafel, zwölf Zoll im Durchmesser, befestigte ich auf beyden Seiten derselben zwey Stücken Zinnfolie, von vier Quadratzoll. Wenn ich nun eine Batterie von dreyßig Quadratfuß belegter Fläche, die ich so stark, als möglich, lud, allmählig nahe an die Zinnfolie auf der einen Seite brachte, und zur selbigen Zeit zwischen den andern Seiten eine Verbindung bewirkte, so nahm die Glastafel nur die Ladung von jeder einzelnen Flasche an, und die der Batterie entgangene Elektricität stand mit dem Ueberreste in dem nähmlichen Verhältnisse, wie die Fläche der Glastafel mit der Fläche der Batterie.

Bey den gewöhnlichen elektrischen Versuchen nehmen Sie sehr oft Wirkungen wahr, welche zur Erläuterung dieses Grundsatzes dienen können. Sobald die Luft im Zimmer feucht wird, oder sich leitende Dünste an ihren Cylinder anlegen, so werden Sie Ihre Leidner Flaschen, wenn sie auch noch so rein sind, doch nicht laden können. Denn Sie mögen auch Ihre Maschine noch so oft umdrehen, so können die Flaschen keinen stärkern elektrischen Zustand annehmen, als der Cylinder selbst, der sie ladet.

Daraus können Sie sehen, daß eine Sprache, deren sich die Elektriker neuerlich so häufig bedient haben, daß sie fast allgemein worden ist, völlig uneigentlich und unrichtig sey. Sie reden immer von einem Verdichten der elektrischen Materie auf einer gewissen Fläche. Wenn sie etwas mit dem Worte Verdichtung andeuten wollen, so kann es nichts anders seyn, als daß eine gewisse Menge Elektricität, welche vorher über eine große Fläche verbreitet war, nachher auf einen kleinern Raum eingeschränkt wurde. Mit andern Worten, daß sie vierzig Theilchen, welche über eine Fläche von zwey Quadratzollen verbreitet waren, so zusammen-

drücken

drücken könnten, daß sie nur einen Raum von einem Quadratzoll einnähmen.

Meine Einwürfe gegen Herrn Bennet's Erklärung von den Eigenschaften seines Elektricitätsverdopplers sind kürzlich im Folgendem enthalten:

1) Er nimmt an, daß die Ladungen von einer Fläche zu der andern, ohne eine eigentliche Verbindung zwischen beyden, übergehen *).

2) Er setzt die Möglichkeit voraus, daß eine größere Kraft von einer geringern hervorgebracht werden könne, d. h. daß die negative Elektricität von B von einer gleich starken positiven um das Doppelte könne verstärkt werden **).

3) Er glaubt, daß eine geladene Fläche vermöge ihres Ueberflusses eine negative Elektricität hervorbringen könne, vor der Entfernung ihrer eignen correspondirenden negativen ***).

Daß die Erscheinungen des Verdopplers nicht mit den Erscheinungen einer Leidner Flasche übereinkommen, wird sich noch deutlicher ergeben, wenn wir, statt der gefirnißten Messingplatten zwey sehr dünne Glastafeln von beträchtlicher Größe nehmen, und ihnen die nähmliche

*) Die Ladung der einen Fläche geht nicht in die andere über, sondern die letztere wird elektrisch, weil sie, während sie sich in dem Wirkungskreise der erstern befindet, mit der Erde in Verbindung steht. A. d. U.

**) Ganz und gar nicht. — Durch das Berühren mit der Hand wird ja der Scheibe, deren ursprüngliche Elektricität durch die Wirksamkeit der elektrisirten Scheibe, in deren Nähe sie sich befindet, vertheilt worden ist, neue elektrische Materie zugeführt. A. d. U.

***) Wenn wir auch mit dem Verfasser annehmen wollen, daß keine positive Elektricität ohne eine correspondirende negative statt finde, so können ja beyde vermöge ihrer sogenannten elektrischen Atmosphären sehr füglich zugleich wirksam seyn. A. d. U.

Digitized by Google

liche Einrichtung geben, wie den Messingplatten, nähmlich, wenn wir die eine Seite lassen, wie sie ist, und die andere mit Stanniol belegen. Macht man nun auf diese Weise im Großen Versuche, so wird man sich von den Unmöglichkeiten, deren ich erwähnte, sehr leicht überzeugen können.

Meiner Meynung nach ist der Verdoppler nichts anders, als eine Verbindung von zwey Elektrophoren. Die gefirnißte Scheibe ist gerade das, was die harzige Substanz, und die Messingscheibe des Elektroscopes mit ihrem Glascylinder das, was ein Schild ist, den man durch eine Röhre isolirt, und in den innern Raum der letztern zwey Goldblattstreifen aufgehangen hat *).

Legt man die gefirnißte Scheibe oben auf das Elektroscop, so wirkt eine geladene Flasche, die man nahe daran bringt, wie ein excitirender Körper, und wenn man sodann die gefirnißte Scheibe aufhebt, so ist der Hut des Elektroscopes gerade wie der Schild, wenn man ihn vom Elektrophor wegnimmt, mit der Elektricität geladen, welche die vorhergehende Verbindung beyder Körper hervorgebracht hat.

Die gefirnißte Scheibe B hat ihr Messing jetzt mit einer gewissen Menge Elektricität geladen, welche hinlänglich ist, daß es wie ein excitirender Körper wirken könne, wenn der Firniß von A darauf liegt. Durch das bloße Berühren von A mit dem Finger läßt sich, unsern Versuchen mit dem Elektrophor zu Folge, keine Ladung mittheilen. Man muß vielmehr zugleich mit dem Messing von B eine Verbindung machen. Doch ich habe gefunden, daß, wenn die harzige Substanz sehr dünn

*) Hierinnen wird man dem Verfasser gern recht geben. Allein wem er die Phänomene des Elektrophors nicht gnügend erklärt hat, dem wird auch das, was er über den Verdoppler sagt, schwerlich befriedigen können. A. d. U.

dünn aufgetragen war, und man eben nicht dafür sorgte, die metallenen Flächen in einer gewissen Entfernung von einander zu erhalten, ein Funke überschlug. Giebt man dem Verdoppler die Gestalt, wie Herr Bennet, so bewirkt das Stück Messing, an welches der horizontalliegende Handgriff befestiget wird, auf jeden Fall eine solche Verbindung. Der von A in C überschlagende Funke ist jeder verstärkten Elektricität, die man dem Elektroscope mittheilen kann, völlig angemessen.

Die Erscheinungen, von denen ich eine Erklärung zu geben versucht habe, lassen sich im Großen wahrnehmen, wenn man statt der überfirnißten Scheiben zwey Elektrophore von einem oder anderthalb Fuß im Durchmesser nimmt. Streicht man die harzige Substanz über eine polirte Messingscheibe, so erhält man in jeder Rücksicht ähnliche Wirkungen, nur daß sie weniger zweydeutig sind, als die Wirkungen des Verdopplers. Es ist jedoch zu bemerken, daß man den Verdoppler, ich mag nun recht haben, oder nicht, zu der gehörigen Absicht mit großer Zuverlässigkeit gebrauchen könne, dazu nähmlich, um eine gewisse Elektricität, welche zu schwach ist, als daß sie zerstreut mit Genauigkeit untersuchet werden könnte, bis zu dem Grade zu sammeln, der zu einer bestimmten Prüfung hinreichend ist *); und jeder Versuch mit dem Elektrophor beweiset, daß, wenn man eine geladene Flasche nahe genug an den Schild bringt, daß sie auf letztern einen

*) Da der Verdoppler, wenn man ihn gebraucht, bisweilen auch durch Berühren, oder die umliegende Luft elektrisch wird, auch die ihm einmal mitgetheilte Elektricität sehr lange behält, so giebt er oft ungewisse Resultate, und man darf ihn daher wohl nicht mit Grunde für ganz zuverlässig ausgeben. S. Cavallo Abhandl. von der Elektr. B. II. Anh. I. VI. S. 167. u. f. A. d. U.

Digitized by Google

einen Funken schlagen könne, die Elektricität der genäherten Seite mit der Elektricität des Schildes übereinkömmt.

Allein wir müssen auch, vermöge unserer Versuche mit dem isolirten Elektrophor, erwägen, daß die Erscheinungen ganz anders ausfallen würden, wenn die gefirnißte Scheibe, beym Annähern der Flasche, nicht die messingne Scheibe des Elektroscopes berührte.

Zehnte Vorlesung.

Von dem beweglichen Elektricitätsverdoppler.

Dieses Instrument ist, wie alle von Herrn Bennet erfundenen, in Ansehung seiner Wirkungen für die Elektricitätslehre von großer Wichtigkeit *).

Ich ziehe dieß Instrument, wie es Herr Read verbessert hat, aus mehrern Gründen, hauptsächlich aber, weil es sich weit vollkommner isoliren läßt, vor.

Fig. 25. Taf. 1.

A B C D stellt Reads Elektricitätsverdoppler vor. Die schattirten Theile der Figur sind von Metall, die nicht schattirten von Glas. A B C sind die elektrisirten Scheiben, und diese sind an die flachen Messingstücke e f g angeschraubt: a ist die Hülse, durch welche die Axe durchgeht, mit deren Hülse sich die Messingscheiben herumdrehen lassen.

Fig.

*) Nicht Herr Bennet, sondern Herr Nicholson, hat dem Verdoppler, so viel ich weiß, diese Einrichtung gegeben. A. d. U.

Fig. 26. Taf. 1.

Dieſe Figur giebt eine andere Anſicht von dem beweglichen Verdoppler. E iſt das Ende der metallenen Axe. B ſtellt den Arm vor, an welchem die bewegliche Scheibe befeſtigt iſt. A und C ſind die unbeweglichen Scheiben, und an ihre gebogenen, iſolirenden Aerme feſt gemacht. F iſt eine metallene Nadel, welche ſich mit der Axe herumdreht, und mit M verbunden iſt, wenn die Scheibe B der Scheibe A gerade gegenüber zu ſtehen kömmt. G iſt ein quer durch ſteckendes Stück Holz, an welches ein Stück Drath K I befeſtigt iſt, ſo daß das Ganze mit der Axe bewegt werden kann. N iſt der Handgriff, und dieſer hat eine ſolche Lage, daß er dem Gewicht der beweglichen Scheibe das Gegengewicht hält. Die verſchiedenen Dräthe müſſen ſo gebogen werden, daß, wenn F, M berührt, zwiſchen den unbeweglichen Scheiben keine Verbindung ſtatt finde; daß aber dann, wenn I K, M berührt, die metallene Verbindung zwiſchen den Scheiben vollkommen ſey, d. h. daß der Drath I K zu gleicher Zeit M und H berühre.

Die Wirkungen dieſes Inſtruments ſind folgende:

Erſtlich; Nach einem acht- oder zehenmaligen Umdrehen des Handgriffs werden die Scheiben eine hinlängliche Menge Elektricität geſammelt haben, daß man ſie an einem empfindlichen Elektrometer prüfen könne. Nach funfzehen oder zwanzig Umdrehungen wird ein Funke von einer Scheibe in die andere ſchlagen; doch wird die Schnelligkeit dieſer Wirkung von der Sorgfalt abhängen, welche man auf das Iſoliren der Scheiben verwendet hat.

Zweytens; Die bewegliche und die unbeweglichen Platten können von Holz, Leder, Gyps, Salamoniack, Alaun, Glas oder Metall gemacht ſeyn; immer werden die

die Beschaffenheit und Intensität der Elektricität die nähmlichen bleiben *).

Drittens; Die Elektricitäten der beweglichen und unbeweglichen Scheiben sind immer entgegengesetzt. B ist positiv, wenn A und C negativ, und B ist negativ, wenn A und C positiv sind. Allein vor Anstellung des Versuchs läßt es sich nicht leicht bestimmen, welche Scheibe positiv, und welche negativ werden wird. Diese Wirkung hängt von verschiedenen dabey vorkommenden Umständen ab; nach Herrn Bennet von der Natur der Verbindung, welche zwischen den Scheiben und den daran liegenden Substanzen statt findet; nach Herrn Read aber von dem Zustande der Atmosphäre, in welcher man den Verdoppler gebraucht **).

In den Versuchen Beyder über diesen Gegenstand stoßen wir auf augenscheinliche Anomalien. Wirklich ist auch die Erfahrung von solchen Widersprüchen und Ungewißheiten, welche daraus entstehen müssen, das gewöhnliche Schicksal derer, welche die veränderlichen Elektricitäten von Flächen untersuchen wollen. Dieß ist hauptsächlich dann der Fall, wenn man nur sehr schwache Zeichen von Elektricität wahrnehmen kann. Wir sollten uns auch eben nicht wundern, daß eine schwache Wirkung einige Veränderung erleidet, wenn sie dem Einflusse der Luft, die sich beständig verändert, und der Dünste und umherfliegenden Theilchen, die sie bald an sich zieht, bald wegtreibt, ausgesetzt ist.

Sie haben die Abweichung von der Regel, die ich hier meyne, bey unsern Versuchen mit dem Elektrophor gesehen, wo sich nach zwanzigmaliger Wiederholung des nähmlichen Verfahrens, aus dem wir sahen, daß die sonderbaren Erscheinungen des Elektrophors davon abhien-

*) Read, on spontaneous Electricity, p. 29.

**) Man sieht daraus, daß der bewegliche Verdoppler immer ungewisse Resultate geben müsse. A. d. U.

abhiengen, ob man die obere oder untere Fläche vorher zuerst berührte, plötzlich eine Veränderung zeigte, und jeder nachherige Versuch wieder von einer neuen Unregelmäßigkeit begleitet wurde *).

Fig. 26. Taf. 1.

Der bewegliche Verdoppler soll, nach Herrn Bennet's, des Erfinders, Vermuthung, auf folgende Art wirken.

Er denkt sich erstlich die elektrische Materie in C und B, von denen sich die letztere Scheibe nothwendig mit der erstern in Ansehung der Elektricität in einem entgegengesetzten Zustande befinden muß. — Wenn nun B, das auf diese Art geladen ist, nach dem Umdrehen, A gegenüber zu stehen kömmt, so ist die Elektricität, die es in A hervorbringt, seiner eigenen Elektricität entgegengesetzt, und ist folglich die nähmliche, wie in C, im Augenblick, da B zum zweytenmale C gegenüber zu stehen kömmt. Ein metallener Drath verbindet C und A, und die Kraft von beyden negativen Scheiben wirkt auf B, und verdoppelt die Intensität seiner Elektricität. Bey jeder Umdrehung wird dieser verdoppelnde Proceß wiederholet, so, daß die Anhäufung der elektrischen Materie, welche durch mehrmaliges Umdrehen bewirkt wird, nach einer geometrischen Progression zunimmt, in welcher die Summe des zwölften Gliedes, oder die Wirkung von zwölf Umdrehungen der Kurbel, über tausendmal mehr beträgt, als das erste Glied, oder die Wirkung der ersten Umdrehung.

Wenn diese Theorie richtig ist, so muß die Elektricität, welche zuerst hervorgebracht wird, unendlich klein seyn;

*) M. s. S. 81. (Beym Elektrophor sollten, bey genauem Verfahren, eigentliche Irregularitäten gar nicht vorkommen können. A. d. U.)

seyn; denn nach zehen Umdrehungen wird die Elektricität des besten Verdopplers kaum das empfindlichste Elektrometer afficiren. Allein hier nimmt Herr Bennet wieder zu einem Grundsatze seine Zuflucht, den ich bereits bestritten habe. Er nimmt nähmlich an, daß negative Elektricität, unabhängig von ihrer correspondirenden positiven, wirken könne, und daß negative von einem gewissen Grade der Intensität positive Elektricität von größerer Intensität, als sie selbst, hervorbringen könne. A, C und B sind alle gleich stark geladen; aber A und C bringen zusammen in B eine stärkere Ladung hervor *).

Ich kann die Nothwendigkeit nicht einsehen, in dem gegenwärtigen Falle einen Grundsatz einzuführen, welcher, wie ich glaube, und zu beweisen bemüht gewesen bin, mehrern bekannten Thatsachen widerspricht.

Wenn man sich unter der Luftscheibe zwischen B und C den Firniß zwischen dem Schilde und der kupfernen Scheibe denkt, so ist das Instrument nichts anders, als ein gewöhnlicher Elektrophor, und alles, was zur Ladung des einen nothwendig ist, wird auch zur Ladung des andern erfordert. — Bey beyden ist eine doppelte Verbindung zwischen ihren entgegengesetzten Seiten und der Erde erforderlich, und beyder Elektricitäten werden verstärkt, wenn sie, geladen, nahe an einander gebracht werden. Ueberdieß findet auch zwischen den entgegengesetzten Elektricitäten der Scheiben, und den entgegengesetzten Elektricitäten des Schildes und der kupfernen Scheibe eine völlige Gleichheit statt, und es ist unleugbar, daß bey jedesmaligem Umdrehen des Verdopplers die Verstärkung der Elektricitätserregung statt finden muß, welche hervorgebracht wird, wenn man den Schild von einem geladenen Elektrophor weg-

*) Auch hier wird durch Vertheilung elektrisirt, mithin findet dieser Einwurf gar nicht statt. A. d. U.

wegnimmt, und auf einen andern ungeladenen setzt; auf diese Art erreicht die Elektricität von beyden ihr Maximum der Intensität.

Als ich mich auf die Bennetsche Erklärung des Verdopplers einließ, betrachtete ich die Elektricität als bereits hervorgebracht. Es bleibt daher noch eine Frage zu beantworten, nähmlich die: woher kömmt die elektrische Materie, die man, nach einmaligem Umdrehen, in den Scheiben antrifft? Herr Read behauptet, sie komme aus der umliegenden Luft. — Er stützt diese Hypothese auf die Aehnlichkeit, welche er jederzeit zwischen der Elektricität des Verdopplers und der Elektricität der Atmosphäre wahrnahm.

Ich kann jedoch Herrn Read's Meynung mit mehrern Versuchen des Herrn Bennet nicht vereinigen, vermöge deren er offenbar beweiset, daß gewisse Umstände, deren Wirkungen auf den Zustand der umliegenden Luft keinen Einfluß haben können, alle Erscheinungen des Instruments gänzlich verändern. Auf die ganze Masse von Luft in einem Zimmer kann sicher ein so kleiner Umstand, als der ist, wenn man die Scheibe mit einem Stück Bley oder Eisen berührt, keinen Einfluß haben; und doch fand Herr Bennet, daß durch diesen Umstand eine völlige Veränderung in Ansehung der Elektricitäten in den Scheiben hervorgebracht wurde. Ich will deswegen nicht behaupten, daß die von Herrn Read angeführte Ursache gar keine Wirkung haben sollte; denn wir wissen nur zu wohl, daß die Beschaffenheit der mitgetheilten Elektricität auf die Erscheinungen des Elektrophors wesentlichen Einfluß hat.

Herr Bennet hält „das Annähern der beyden Parallelscheiben für die Elektricität, von welcher die Rede ist, für hinreichend.“ Sie werden sich erinnern, daß ich durch-

aus in meinen Vorlesungen von dem Grundsatze Gebrauch gemacht habe, nähmlich, daß Berührung die Capacität der Körper verändere, folglich eine Trennung ihrer constituirenden Theile bewirken müsse. So geneigt ich aber auch bin, Herrn Bennet's Theorie zuzulassen, da sie meinen eignen Ideen günstig ist, so muß ich doch noch jene Wirkung da bezweifeln, wo eine solche Entfernung zwey Körper trennt, wie beym Gebrauche des Verdopplers erfordert wird. Ueberdieß sind auch wahrscheinlich die Bewegung der Scheibe durch die Luft, und das Reiben an der Hülse, worinnen sie sich drehet, Quellen der Erregung von Elektricität.

Wenn das Blasen von etwas Staub aus einem Blasebalge genug elektrische Materie hervorbringen kann, um die Goldblattstreifen aus einander zu treiben, warum soll nicht das beständige Anschlagen der Scheibe an die Luft, und die heterogenen Theilchen mit denen die letztere angefüllt ist, eine ähnliche Wirkung veranlassen können?

Wenn Marmor und Metall durch bloßes Berühren Elektricität erregen können, warum sollte nicht ein schnelles Bewegen von Metall in Holz oder von Metall in Metall eben diese Folgen haben?

Ich will hiermit gar nicht sagen, als ob Herr Bennet ganz und gar irre; denn ich weiß nicht, in welcher Entfernung diese anziehende Kraft zu wirken aufhöre, von welcher die Trennung der elektrischen Materie herrührt; allein ich muß das Gewicht jener Einwürfe fühlen, bis sie durch entscheidende Versuche gehoben sind.

Eilfte Vorlesung.

Von dem elektrischen Lichte.

Ich komme jetzt zu gewissen Erscheinungen, welche bey allen unsern vorherigen Versuchen vorkommen. In Hinsicht auf ihre Verschiedenheit und ihre Wichtigkeit habe ich mir vorgenommen, von ihnen besonders zu handeln. Wirklich sehe ich die elektrische Materie und das elektrische Licht als zwey besondere Körper an, folglich glaubte ich, Sie würden die einfachen Wirkungen der erstern besser begreifen können, wenn ich sie nicht mit den Wirkungen, welche aus ihrer Verbindung mit den letztern herkommen, vermischte. In den philosophischen Transactionen habe ich alle besondern Eigenschaften des elektrischen Lichts auf sechs Hauptsätze zurückgebracht. Diese will ich Ihnen jetzt wiederholen.

I. Es giebt keinen flüssigen oder festen Körper, in welchem die elektrische Materie bey ihrem Durchgange nicht leuchtend erscheinen sollte.

In Wasser, Geistern, Oel, thierischen Säften jeder Art wird der Funke einer Leidner Flasche, sie mag auch eine Größe haben, welche sie wolle, leuchtend erscheinen, wenn nur eine von jenen Flüssigkeiten in den Erschütterungskreis gebracht wird, und die elektrische Materie nicht durch eine zu große Masse gehen muß. Ich pflege immer so zu verfahren: ich fülle die Flüssigkeit, mit der ich den Versuch anstellen will, in eine Röhre von ¼ Zoll Durchmesser, und vier Zoll Länge. Die Oeffnungen dieser Röhre verstopfe ich mit zwey

Korken, und durch diese stecke ich zwey spitzige Dräthe, so, daß die Spitzen derselben etwa $\frac{1}{8}$ Zoll von einander abstehen. Bedient man sich nun eines hinlänglich starken Schlages, so erscheint die elektrische Materie bey ihrem Uebergange von der Spitze des einen Drathes zu der Spitze des andern allemal leuchtend. Ich muß hier bemerken, daß die Glasröhre jederzeit, wenn der Versuch gelingt, zerbricht. Will man den elektrischen Funken in Säuren leuchtend machen, so muß man sie in Haarröhrchen einschließen, und, wie beym vorigen Versuche, zwey Dräthe anbringen, deren Spitzen nicht weit von einander abstehen müssen.

Es ist bekannt, daß der Funke von einer sehr kleinen Leidner Flasche sehr hell leuchtet, wenn er über einem Streifen von Gold- Silber- oder Kupferblättchen weggeht. Wenn ich die Ladung einer großen Flasche von etwa sechs Kannen über einen Streifen von Goldblatt, der $\frac{1}{8}$ Zoll im Durchmesser hatte, und eine Elle lang war, wegleitete, so gab dieser ganze Streifen meist einen blendenden Glanz von sich. Ich will nicht behaupten, daß ein weit längerer Streifen nicht eben so glänzend geworden seyn möchte; auch habe ich noch nicht bestimmt, wie lang wohl der Streifen seyn könnte, wenn man ihn durch die Ladung einer Batterie auf die nähmliche Art erleuchten wollte. — Dieser Versuch läßt sich artig verändern, wenn man den Gold- oder Silberstreifen auf ein Stück Glas legt, und dann das Glas in Wasser bringt; hier wird der Metallstreifen seiner ganzen Länge nach, sehr hell glänzend erscheinen, wenn man, nach einer solchen Vorrichtung, den Schlag einer Batterie durch ihn hindurch gehen läßt.

Digitized by Google

II. Je stärker die leitende Kraft eines Körpers ist, desto schwerer wird es, eine gewisse Menge elektrischer Materie in ihm leuchtend zu machen.

Erster Versuch. Um den Funken einer Leidner Flasche in siedendem Wasser leuchtend zu machen, wird eine weit stärkere Ladung erfordert, als in kaltem, welches man allgemein für einen sehr schlechten Leiter hält.

Zweyter Versuch. Aus mehrern Gründen halte ich die Säuren für sehr gute Leiter. Wenn man daher in eine mit Wasser gefüllte Röhre unter den vorher beschriebenen Umständen einige Tropfen von einer von den mineralischen Säuren tröpfelt, so kann man schlechterdings die elektrische Materie bey ihrem Durchgange durch die Röhre nicht leuchtend machen.

Dritter Versuch. Wenn man eine Schnur, welche $\frac{1}{8}$ Zoll dick, und sechs oder acht Zoll lang ist, mit Wasser anfeuchtet, so wird sie beym Durchgange des Schlages einer Flasche erleuchtet werden; allein diese Erscheinung läßt sich nicht durch einen solchen Schlag hervorbringen, wenn man die Schnur mit einer mineralischen Säure befeuchtet.

Zu dem Vorhergehenden gehören auch die verschiedenen Fälle, in welchen Metalle die elektrische Materie, ohne einigen Schein von Licht leiten, und zwar unter den nähmlichen Umständen, unter welchen eine gleich starke Ladung erleuchtet geschienen hätte, wenn sie durch andere Körper von schwächerer leitender Kraft gegangen wäre.

III. Je mehr ein Körper verdünnt ist, desto leichter läßt sich die elektrische Materie in ihm leuchtend darstellen.

Das Leuchten des elektrischen Funkens oder Schlages einer Leidner Flasche in verdünnter Luft ist hinlänglich bekannt. Allein wir brauchen nicht die Wahrheit der vorhergehenden Bemerkung bloß auf die Verschiedenheiten dieser einzigen Thatsache zu gründen; auch die Verdünnung des Aethers, Weingeistes und Wassers bringen ähnliche Erscheinungen hervor.

Vierter Versuch. In die eine Oeffnung einer 48 Zoll langen und $\frac{2}{3}$ Zoll dicken Röhre kittete ich eine eiserne Kugel, damit sie dem Gewichte widerstehen möchte, welches auf sie drückte, wenn ich die Röhre mit Queckſilber anfüllte, und ließ dem offenen Ende noch einen Raum, der einige Tropfen Wasser enthielt. — Wenn ich nun diese Röhre umkehrte, und mit dem offenen Ende in ein Gefäß mit Queckſilber tauchte, so stand das Queckſilber in ihr beynahe $\frac{1}{2}$ Zoll niedriger, als in einem Barometer, welches von den durch das Wasser gebildeten Dämpfen herrührte; allein durch dieses verdünnte Wasser gieng der elektrische Funke eben so leuchtend durch, als durch eben so verdünnte Luft.

Fünfter Versuch. Wenn man, statt des Wassers, einige Tropfen Weingeist auf die Oberfläche des Queckſilbers bringt, so wird man ähnliche Erscheinungen, wie im vorigen Versuche, wahrnehmen, bloß mit dem Unterschiede, daß der elektrische Funke, bey seinem Durchgange, nicht ganz so stark leuchtet, als in Wasserdämpfen, weil jetzt die Dämpfe dichter sind.

Sechster Versuch. Guter Aether, an die Stelle des Weingeistes, wird das Queckſilber bis auf sechzehen oder siebenzehen Zoll herabdrücken. In diesem

sem Falle ist auch das Leuchten der elektrischen Materie, bey ihrem Durchgange durch diese Dämpfe, kaum zu bemerken, die Gewalt müßte denn außerordentlich stark seyn. Verringert man jedoch den Druck auf die Oberfläche des Queckſilbers in dem Gefäße allmählig mit Hülfe einer Luftpumpe, so werden die Dämpfe immer mehr und mehr verdünnt, und der elektrische Funke leuchtet bey seinem Durchgange immer stärker und stärker.

Siebenter Versuch. Ich konnte eben nicht entdecken, daß von den mineralischen Säuren Dämpfe aufstiegen, wenn ich sie dem luftleeren Raume aussetzte. Um sie jedoch noch mehr zu verdünnen, fand ich verschiedene Verfahrungsarten für nothwendig. Mit einem feinen camelhärnen Pinsel, den ich in Vitriol-, Salpeter- oder Kochsalzsäure getaucht hatte, zog ich auf ein Stück Glas einen etwa $\frac{1}{8}$ Zoll breiten Strich. Diesem Striche gab ich bisweilen die Länge von 27 Zollen, und fand, daß die Ladung einer elektrischen Batterie von zehen belegten Nößelsflaschen, mit dem größten Glanze über diesen ganzen Strich der Länge nach weggieng. Wenn ich dadurch, daß ich den Strich breiter machte, oder einen Tropfen Säure darauf brachte, die Quantität desselben an einer gewissen Stelle vergrößerte, so nahm man, beym Durchgange der Ladung, an dieser Stelle nie ein Leuchten wahr. Bey dem Wasser und dem Weingeiste konnte man, wenn man auf gleiche Art, wie mit den Säuren verfuhr, ähnliche, wenn auch nicht ganz gleiche Wirkungen bemerken, weil man, wegen der schwächern Leitungsfähigkeit dieser Substanzen, den Strich, durch welchen die Ladung gieng, beträchtlich kürzer machen mußte.

IV. Das Leuchten oder der Glanz der elektrischen Materie wird, beym Durchgange derselben durch irgend einen Körper, jederzeit verstärkt, wenn man den körperlichen Inhalt des letztern verkleinert.

Ich glaube, mich deutlicher zu erklären, wenn ich sage, daß ein Funke, oder der Schlag einer elektrischen Batterie, den wir uns einer Kugel von $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser gleich denken wollen, weit glänzender erscheinen würde, wenn wir die nähmliche Menge elektrischer Materie auf den Raum einer Kugel von $\frac{1}{8}$ Zoll Durchmesser zusammendrängten. Diese Bemerkung folgt aus mehrern bekannten Thatsachen. Wenn eine Elektrisirmaschine stark genug ist, um einen neun oder zehen Zoll langen Funken hervor zu bringen, so siehet man diesen Funken bisweilen die Gestalt eines Büschels annehmen, in welchem Falle er mehr Raum einnimmt, aber weit schwächer leuchtet. Ein andermal siehet man sich diesen Funken in mehrere Aeste zertheilen, welche nach mehrern Richtungen in die umliegende Luft ausgehen. Auch in diesem Falle verbreitet sich die elektrische Materie über eine größere Fläche, und ihr Glanz nimmt im Verhältniß zu der größern Ausdehnung des Funkens ab. Ein Funke, der in freyer Luft nicht über $\frac{1}{4}$ Zoll dick ist, scheint einen von Luft leer gemachten Recipienten ganz anzufüllen, der vier Zoll weit, und acht Zoll lang ist. Allein in dem erstern Falle ist er glänzend, und in dem letztern wird sein Licht immer schwächer und schwächer, einen je größern Recipienten man gebraucht. In der Absicht, diese Beobachtung zu beweisen, welche, wie ich glaube, durch die vorher beschriebenen Thatsachen gerechtfertiget ist, habe ich folgende Versuche angestellet:

Achter

Achter Versuch. An eine isolirte Kugel von vier Zollen im Durchmesser befestigte ich einen etwa sechs Ellen langen Silberfaden. — Diesen Silberfaden machte ich mit dem Ende, welches von der Kugel am entferntesten war, wiederum an einen andern isolirten Körper fest. Nach einer solchen Vorrichtung nun brachte ich die Kugel an meinen Leiter bis auf die Schlagweite, und der Funke, welcher von dem Leiter auf die Kugel überschlug, war sehr glänzend, und in dem nähmlichen Augenblicke erschien auch der ganze Silberfaden schwach erleuchtet. Mit andern Worten, wenn der Funke auf den Raum einer Kugel von $\frac{1}{6}$ Zoll im Durchmesser eingeschränkt wurde, glänzte er sehr; verbreitete er sich hingegen über die Fläche von Luft, die ihn von dem Faden erhielt, so wurde sein Licht so schwach, daß man es nur in einem finstern Zimmer wahrnehmen konnte. Verkleinerte ich die Luftfläche, die den Funken empfieng, dadurch, daß ich den Faden kürzer machte, so verstärkte ich auch dadurch jederzeit das Glänzen des Funkens.

Neunter Versuch. Zum Beweise, daß die Schwäche des elektrischen Lichts im luftleeren Raume bloß von der Vergrößerung des Raums, in welchem es sich verbreitet, herrührt, dürfen wir nur zwey spitzige Dräthe in das Vacuum bringen, so, daß die elektrische Materie von der Spitze des einen Drathes in die Spitze des andern übergehen muß, wenn diese nicht über $\frac{1}{10}$ Zoll von einander abstehen. In diesem Falle werden wir einen eben so starken Glanz des Funkens, als in freyer Luft, wahrnehmen.

In ein Torricellisches Vacuum, sechs und dreißig Zoll in der Länge, brachte ich so viel Luft, als etwa zwey Zoll von der luftleeren Röhre eingenommen haben würde, wenn man sie in Wasser umgestürzt hätte. Diese Menge Luft leistete hinlänglichen Widerstand, um die elektrische Materie bey ihrem Durchgange durch die

Röhre

Röhre bis zu einem acht und dreißig Zoll langen Funken zu verdichten. Das Glänzen des Funkens in verdichteter Luft, in Wasser, und in allen Substanzen, durch welche er nicht ohne Schwierigkeit durchgehen kann, beruht auf Grundsätzen, welche ganz mit denen übereinkommen, aus welchen sich die vorher angeführten Thatsachen erklären lassen.

V. Bey den elektrischen Erscheinungen giebt es, gerade wie bey andern brennenden Körpern, Fälle, wo nicht alle Lichtstrahlen entweichen. Die, welche die meiste Brechbarkeit besitzen, entweichen zuerst, oder am leichtesten.

Der elektrische Strahlenkegel hat immer eine purpurne oder bläuliche Farbe. Läßt man einen Funken durch ein Torricellisches Vacuum gehen, das man, ohne Kochen des Queckſilbers in der Röhre, bereitet hat, so wird der Strahlenkegel Indigo-Strahlen schießen. Den Funken kann man jedoch, auch in freyer Luft, schwächen und theilen, so, daß man nur die Strahlen erhält, welche die meiste Brechbarkeit besitzen.

Eilfter Versuch. An eine isolirte metallene Kugel, vier Zoll im Durchmesser, befestigte ich einen anderthalb Fuß langen Drath. Dieser Drath endigte sich in vier Aeste. Jeder von diesen war mit einer metallenen Kugel, $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, versehen, und diese Kugeln waren alle gleich weit von einer Metallplatte entfernt, welche durch metallene Leiter mit der Erde in Verbindung stand. Ließ man nun einen starken Funken auf die große Kugel an dem einen Ende des Drathes schlagen, so theilte er sich bey seinem Uebergange von den vier kleinern Kugeln auf die metallenen Platten. Wenn ich dieß Theilen der elektrischen Materie in einem dunkeln Zimmer untersuchte, so nahm

ich

ich einige ganz kleine Aeste wahr, welche bloß Indigo-Strahlen gaben: wirklich kann man auch an der Seite von jedem schwachen Funken eben diesen Purpurschein entdecken. Hieraus können wir auch noch die Bemerkung machen, daß, je mehr wir uns dem Mittelpunkte des Funkens nähern, desto größer der Glanz seiner Farbe sey. Allein jetzt möchte ich Ihnen gern zeigen,

VI. Daß der Einfluß verschiedener Medien auf das elektrische Licht ihrem Einflusse auf das Sonnenlicht analog sey, und uns in den Stand setze, mehrere sehr sonderbare Erscheinungen zu erklären.

Zwölfter Versuch. Stecken Sie einen spitzigen, an dem einen Ende mit einer metallenen Kugel versehenen Drath schief durch ein Stück Holz, so daß er mit der Oberfläche des Holzes einen kleinen Winkel mache, und seine Spitze nicht ganz durch das Holz durchgehe, sondern noch $\frac{1}{8}$ Zoll hinter der Oberfläche desselben zu stehen komme. Stecken Sie sodann noch einen andern spitzigen, mit der Erde verbundenen Drath auf die nähmliche Weise in dasselbe Stück Holz, so, daß seine Spitze ebenfalls $\frac{1}{8}$ Zoll hinter der Oberfläche desselben zu stehen komme, und etwa zwey Zoll von der Spitze des erstern Drathes entfernt bleibe. Nun isoliren Sie das Stück Holz, und lassen einen starken Funken auf die metallene Kugel schlagen; dieser wird seinen Weg durch die zwischen den Spitzen befindliche Holzmasse nehmen, und so roth, wie Blut, aussehen. Zum Beweise, daß diese Farbe davon abhängt, weil das Holz alle Strahlen, den rothen ausgenommen, einsaugt, will ich nur bemerken, daß die rothen Strahlen um desto reiner sind, je tiefer die Spitzen unter der Oberfläche liegen. Bisweilen ist es mir gelungen, durch Vergrößerung oder Verringerung der Entfernung

der

der Spitzen von der Oberfläche dem Funken folgende Farben nach einander zu geben.

Waren die Spitzen am tiefsten, so kam das Rothe bloß durch ein Prisma ins Auge. Wurden sie der Oberfläche ein wenig genähert, so erschien das Rothe und Orangegelbe; bey noch größerer Annäherung, das Hellgelbe, und so fort, bis endlich, wenn man den Funken durch das Holz, ganz nahe an seiner Oberfläche, durchgehen ließ, alle Strahlen ins Auge kamen. Stehen die Spitzen nur $\frac{1}{8}$ Zoll hinter der Oberfläche von weichem Tannenholze, so wird man, beym Durchgange des Funkens, den rothen, orangegelben, und hochgelben Strahl wahrnehmen; dagegen wird das Hochgelbe, und vielleicht auch das Orangegelbe verschwinden, wenn man die Spitzen in einem härtern Stück Holze, z. B. Buxbaum, eben so weit zurückstehen läßt.

Zu fernerem Beweise, daß die beschriebenen Phänomene von dem dazwischen liegenden Holze herrühren, als einem Medium, welches einige von den Strahlen verschluckt, und andere entweichen läßt, will ich noch bemerken, daß der Funke, wenn er auf der einen Seite von dem Stück Tannenholz sehr glänzend aussieht, auf der andern sehr roth erscheinen wird. Auf ähnliche Art kann man auch einen Funken, der an die inwendige Seite einer Röhre sehr glänzend anschlägt, bloß dadurch einen rothen Schein geben, daß man die auswendige Seite dieser Röhre ganz dünn mit Pech überstreicht.

Dreyzehnter Versuch. Ich will jetzt ein anderes Factum anführen, dessen sonderbare Eigenschaften sicher von dem Einflusse von dem Medium, durch welches man das elektrische Licht gehen läßt, abhänger. Wenn man in ein Torricellisches Vacuum, von beliebiger Länge, einige Tropfen Aether hineinbringt, und beyde Enden von dem Vacuum mit metallischen Leitern verstopft, so, daß man einen Funken durch dasselbe gehen

hen lassen könne, so werden sich an diesem folgende Erscheinungen zeigen.

Bringt man das Auge ganz nahe an die Röhre, so wird der Funke ganz weiß erscheinen. Entfernt man hingegen das Auge bis auf sechs Fuß, so wird er dem Auge grün vorkommen; in einer Entfernung von achtzehen oder zwanzig Fuß aber wird die Farbe des Funkens röthlich ausfallen. Diese Veränderungen rühren offenbar von der Quantität des Medium her, durch welches das Licht durchgeht; das rothe Licht absonderlich, das wir in der größten Entfernung von der Röhre wahrnehmen, beruhet ganz auf den nähmlichen Grundsätzen, wie der rothe Schein eines entfernten Lichts, oder der mit Wolken überdeckten Sonne.

Vierzehnter Versuch. Bereits vor geraumer Zeit bemerkte Dr. Priestley den rothen Schein des Funkens, wenn er durch entzündbare Luft gieng. Allein dieser Schein verändert sich sehr nach der Quantität des Medium, durch welches man den Funken betrachtet. — Wenn das Auge sehr weit davon ist, so siehet es das Rothe ganz rein; kömmt es hingegen der Röhre sehr nahe, so erscheint der Funke weiß und sehr glänzend. Zur Bestätigung einiger von meinen Behauptungen muß ich noch bemerken, daß, wenn man die Quantität der elektrischen Materie, die man durch eine gewisse Menge entzündbarer Luft gehen läßt, vergrößert, oder die Luft verdichtet, der Funke seine rothe Farbe ganz verliert und vollkommen glänzend wird. Auch muß ich noch hinzusetzen, daß alle schwachen Schläge und Funken eine röthliche Farbe haben, wenn man sie in einer gewissen Entfernung† betrachtet. Dieß gilt z. B. von den Schlägen, welche durch Wasser, Weingeist oder irgend einen andern schlechten Leiter gehen, wenn diese Substanzen in einer Röhre eingeschlossen sind, deren Durchmesser nicht über einen Zoll beträgt.

† Die stärker brechbaren u. darum am leichtesten vermischungsfähigen Strahlen des Lichts werden aufgehoben, und so bleibt zuletzt bloß der am mindesten vermischungsfähige, der rothe zurück! Bei größter Nähe sieht man noch grün. R.

Digitized by Google

trägt. Der Grund von diesen Erscheinungen scheint darinnen zu liegen, weil, je schwächer der Funke oder Schlag ist, desto weniger Licht entweicht, und desto durchscheinbarer die Wirkung von irgend einem Medium ist, welches die Kraft besitzt, etwas von dem Lichte zu verschlucken.

Die vorhergehenden Versuche und Beobachtungen sind daher entstanden, weil ich auf die Aehnlichkeit zwischen dem elektrischen, und dem Lichte der Körper, im Zustande der Verbrennung, Acht gegeben hatte. Die einzigen aufgeworfenen Fragen, die man der bereits angeführten Abhandlung beygefügt findet, habe ich die Muthmaßung geäußert, daß sich beyde wahrscheinlich durch einer Theorie erklären lassen. In Absicht auf den verschiedenen Zustand der Verbrennung habe ich mich zu zeigen bemüht, daß die verschiedenen Strahlen im Verhältnisse zu dem Grade der Zersetzung, welche mit dem brennenden Körper vorgeht, ausgehen; daß z. B. im Anfange der Verbrennung der violette Strahl zuerst entweiche, diesem der nach der Ordnung der Brechung zunächst liegende folgt, und so fort, bis der Körper am Ende nichts, als die rothen Strahlen behält, daß alle Körper in dem letzten Zustande der Verbrennung nach der Theorie sowohl, als nach der Erfahrung eine rothe Farbe haben müssen. Erlauben Sie jetzt meine kurzen, in den philosophischen Transactionen geäußerten Vermuthungen etwas weitläuftiger zu erörtern.

Zuerst habe ich die Frage aufgeworfen, ob die Anziehungskraft, welche die Bestandtheile verschiedener Körper zusammenhält, nicht eine Veränderung erleiden müsse, wenn man die Quantität irgend eines besondern Bestandtheils von dem Körper vergrößert oder verkleinert? Ich will mich noch deutlicher erklären: wir wollen annehmen, der Körper D bestehe aus drey verschiede-

Digitized by Google

schiedenen Bestandtheilen, die A, B und C heißen sollen. Im unveränderten Zustande dieser verschiedenen Theile soll A aus funfzig, B aus zwanzig, und C aus zehen Theilchen bestehen. Nun soll, indeß D in diesem unveränderten Zustande verbleibt, eine Kraft von außen E eine Verwandschaft zu den Theilchen von dem Bestandtheile A haben, oder auf sie eine anziehende Kraft äußern; hier kann denn nun natürlich, wegen der fortdauernden Vereinigung der verschiedenen Theile von D, E keine Trennung jener Theile bewirken, so lange nähmlich die Quantitäten von A und B unverändert bleiben. Allein nun wollen wir annehmen, die Theilchen von B seyen bis auf zehen vermindert; hier muß nunmehr nothwendig eine geringere Kraft auf die Bestandtheile A und C wirken, daher die äußere Kraft im Stande seyn, einige von diesen Bestandtheilen an sich zu ziehen. Weiter wollen wir annehmen, die Theilchen von A seyen bis auf hundert vermehrt worden; auch hier muß eine Trennung statt finden; denn die hinzugekommenen Theilchen müssen gegen die ihnen ganz ähnlichen Theilchen Anziehungskraft äußern, d. i. gegen die funfzig, welche vorher schon in A vorhanden waren. Auf diese Weise muß also die Vereinigung zwischen A und den beyden andern Bestandtheilen schwächer werden, mithin die Wirkung eines äußerlichen Einflusses die nähmlichen Folgen haben, wie in dem vorhergehenden Falle.

Thatsachen ohne Zahl scheinen zu zeigen, daß sich das wirklich so verhalte, was ich bloß als möglich vorgetragen habe. Alle Zersetzungen, welche man hervorbringt, wenn man die Wärme solcher verbrennlichen Körper vermehrt, die man zugleich dem Einflusse der Atmosphäre aussetzt, lassen sich, dünkt mich, leicht erklären, wenn man den letzten Fall, den ich festsetzte, anwendet. Auf gleiche Weise lassen sich auch viele von

trägt. Der Grund von diesen Erscheinungen scheint darinnen zu liegen, weil, je schwächer der Funke oder Schlag ist, desto weniger Licht entweicht, und desto sichtbarer die Wirkung von irgend einem Medium ist, welches die Kraft besitzt, etwas von dem Lichte zu verschlucken.

Die vorhergehenden Versuche und Beobachtungen sind daher entstanden, weil ich auf die Aehnlichkeit zwischen dem elektrischen, und dem Lichte der Körper, im Zustande der Verbrennung, Acht gegeben hatte. In einigen aufgeworfenen Fragen, die man der bereits angeführten Abhandlung beygefügt findet, habe ich die Muthmaßung geäußert, daß sich beyde wahrscheinlich nach einer Theorie erklären lassen. In Absicht auf den verschiedenen Zustand der Verbrennung habe ich mich zu zeigen bemüht, daß die verschiedenen Strahlen im Verhältnisse zu dem Grade der Zersetzung, welche mit dem brennenden Körper vorgeht, ausgehen; daß z. B. beym Anfange der Verbrennung der violette Strahl zuerst entweicht, diesem der nach der Ordnung der Brechung zunächst liegende folgt, und so fort, bis der Körper am Ende nichts, als die rothen Strahlen behält, oder daß alle Körper in dem letzten Zustande der Verbrennung nach der Theorie sowohl, als nach der Erfahrung eine rothe Farbe haben müssen. Erlauben Sie mir jetzt meine kurzen, in den philosophischen Transactionen geäußerten Vermuthungen etwas weitläuftiger zu erörtern.

Zuerst habe ich die Frage aufgeworfen, ob die Anziehungskraft, welche die Bestandtheile verschiedener Körper zusammenhält, nicht eine Veränderung erleiden müsse, wenn man die Quantität irgend eines besondern Bestandtheils von dem Körper vergrößert oder vermindert? Ich will mich noch deutlicher erklären: wir wollen annehmen, der Körper D bestehe aus drey verschiede-

Digitized by Google

ſchiedenen Beſtandtheilen, die A, B und C heißen ſollen. Im unveränderten Zuſtande dieſer verſchiedenen Theile ſoll A aus funfzig, B aus zwanzig, und C aus zehen Theilchen beſtehen. Nun ſoll, indeß D in dieſem unveränderten Zuſtande verbleibt, eine Kraft von außen E eine Verwandtſchaft zu den Theilchen von dem Beſtandtheile A haben, oder auf ſie eine anziehende Kraft äußern; hier kann denn nun natürlich, wegen der fortdauernden Vereinigung der verſchiedenen Theile von D, E keine Trennung jener Theile bewirken, ſo lange nähmlich die Quantitäten von A und B unverändert bleiben. Allein nun wollen wir annehmen, die Theilchen von B ſeyen bis auf zehen vermindert; hier muß nunmehr nothwendig eine geringere Kraft auf die Beſtandtheile A und C wirken, daher die äußere Kraft im Stande ſeyn, einige von dieſen Beſtandtheilen an ſich zu ziehen. Weiter wollen wir annehmen, die Theilchen von A ſeyen bis auf hundert vermehrt worden; auch hier muß eine Trennung ſtatt finden; denn die hinzugekommenen Theilchen müſſen gegen die ihnen ganz ähnlichen Theilchen Anziehungskraft äußern, d. i. gegen die funfzig, welche vorher ſchon in A vorhanden waren. Auf dieſe Weiſe muß alſo die Vereinigung zwiſchen A und den beyden andern Beſtandtheilen ſchwächer werden, mithin die Wirkung eines äußerlichen Einfluſſes die nähmlichen Folgen haben, wie in dem vorhergehenden Falle.

Thatſachen ohne Zahl ſcheinen zu zeigen, daß ſich das wirklich ſo verhalte, was ich bloß als möglich vorgetragen habe. Alle Zerſetzungen, welche man hervorbringt, wenn man die Wärme ſolcher verbrennlichen Körper vermehrt, die man zugleich dem Einfluſſe der Atmoſphäre ausſetzt, laſſen ſich, dünkt mich, leicht erklären, wenn man den letzten Fall, den ich feſtſetzte, anwender. Auf gleiche Weiſe laſſen ſich auch viele von

den Wirkungen der Kälte auf die Ursachen zurückbringen, welche ich bey dem erstern von jenen beyden Fällen beschrieben habe. Da jedoch jede Hypothese, die von der körperlichen Beschaffenheit des Wärmestoffes ausgehet, von denen verworfen werden muß, welche die Wärme einem unbekannten Etwas zuschreiben, so will ich Ihnen einige andere Beyspiele geben.

Glas ist aus zwey Körpern zusammengesetzt, die wir Laugensalz und Erde nennen. Diese Mischung wird von keiner mineralischen Säure angegriffen, weil die Menge des Laugensalzes nicht über den dritten Theil von der Erde beträgt. Vergrößern Sie die Menge des Laugensalzes bis auf zwey Drittheile, und bringen dann eine Säure dazu, so wird sich das Laugensalz sogleich absondern, und reine Erde abgeschieden werden. Auf gemeinen Schwefel hat die Luft keinen Einfluß. Sobald sie aber einen von seinen sauren Bestandtheilen vergrößern, so behält die Luft sogleich die Oberhand, und vereinigt sich mit einem Theile des Schwefels. Nach Stahls Grundsätzen gehört dieses Beyspiel zu dem zweyten, nach der Theorie des Lavoisier hingegen zu dem ersten von jenen beyden Fällen.

Doch ich wende mich nunmehr zu der zweyten Frage, und diese ist, vorausgesetzt, daß das, was ich Ihnen so eben vorgetragen habe, zugelassen wird, ob die Fälle, die ich aufstellte, auf die durch die elektrische Materie hervorgebrachten Zersetzungen angewendet werden können. Eine Menge Thatsachen beweisen, daß, wenn man nach einem gewissen Verhältnisse elektrische Materie einem Körper zusetzt, oder ihm entzieht, eine gewisse Folge hiervon eine Trennung der Theile dieses Körpers ist. Der Schlag einer Batterie verkalkt Metalle, macht Oele flüchtig, läßt aus Wasser, Weingeist u. s. f. Luft entstehen, zerbricht Glas, kurz, bringt

jede

jede Wirkung hervor, die man durch andere Zersetzungen hervorbringen kann.

Wenn man mir die Wahrheit von dem, was ich so eben gesagt habe, zugesteht, so läßt sich die dritte Frage leicht beantworten, und wir kommen auf diese Weise unmittelbar zur Erklärung von dem, was ich Ihnen gern deutlich machen möchte.

Wenn Licht einen Bestandtheil der Körper ausmacht, und ein Hinzuthun von elektrischer Materie eine Trennung der Theile bewirkt, muß nicht auch ein Hinzuthun der letztern in einem gewissen Grade jederzeit von Licht begleitet werden? Hierauf antworte ich, daß uns mehrere von den allgemeinen Bemerkungen, die ich gemacht habe, zu einem solchen Schlusse berechtigen.

Erstlich, ist das Hinzufügen von elektrischer Materie zu irgend einem Körper mit einer Abscheidung der Lichtmaterie verbunden.

Zweytens, je verdünnter ein Körper ist, desto leichter läßt sich der Durchgang der elektrischen Materie leuchtend machen; hier wird nähmlich, nach unserer Theorie, das Verhältniß, in welchem die hinzugekommene Menge mit den Bestandtheilen des Körpers steht, beträchtlich vergrößert, mithin auch das Hervorbringen der Wirkung erleichtert. — D z. B. soll aus A = 10 und B = 10 bestehen. Hier würde folglich das Hinzufügen von 100 zu einem solchen Körper mehr Wirkung haben, als wenn A = 100 und B = 100 wäre. Ein Beweis für meine Theorie, welcher mit dem Beweise meiner dritten Beobachtung übereinkömmt, ist der Beweis meiner vierten, wo ich sagte, daß das Leuchten oder der Glanz des elektrischen Funkens bey seinem Durchgange durch irgend einen Körper jederzeit verstärkt werde, wenn man den körperlichen Inhalt desselben

den verkleinerte. Meine letzte Frage in Absicht auf das elektrische Licht war folgende:

Sollte nicht bey der Verringerung oder Veränderung der Anziehungskraft, von welcher die Bildung der Körper abhängt, eine gewisse Gradation statt finden, welche macht, daß einige Strahlen eher entweichen, als andere? d. i. wenn eine geringe Vermehrung von der elektrischen Materie, welche einen Bestandtheil irgend eines Körpers ausmacht, eine Gattung Strahlen von ihrer Basis trennen kann, wird dann nicht eine stärkere Vermehrung ein Freywerden von mehrern Strahlen hervorbringen, und so fort, bis sie hinlänglich ist, alle Strahlen abzuscheiden, oder dem Funken ein glänzend weißes Ansehen zu geben?

Die bereits beschriebenen Versuche scheinen diesen Theil meiner Theorie sehr zu begünstigen, und zugleich zu zeigen, daß zuerst die Indigo-Strahlen frey werden, und der Funke immer zusammengesetzter werde, je mehr man elektrische Materie hinzuthut, um einer völligen Zersetzung immer näher zu kommen. Doch es ist Zeit, daß ich mich zu einem andern vielumfassenden Theile meiner Vorlesungen wende, wo ich, wie bey dem vorhergehenden, keine andere Führerin habe, als meine eigene Erfahrung, und die Folgerungen, die sie mich zu ziehen und anzunehmen veranlasset hat.

Zwölfte Vorlesung.

Ueber die Leitungsfähigkeit verschiedener Körper.

Bisher hat unser Apparat aus einem Glascylinder, einem gewöhnlichen Leiter und einer Leidner Flasche bestanden, oder aus einer elektrischen Fläche und einem Schil-

Schilde. Alle bisher beſchriebenen und erklärten Wirkungen erfolgten dann, wann wir dieſen Inſtrumenten und ihren einzelnen Theilen eine verſchiedene Größe gaben, und ſie in verſchiedene Lagen brachten. Jetzt wollen wir zu einem Theile der Elektricitätslehre fortgehen, wo man weit zuſammengeſetztere Inſtrumente nöthig hat, und wodurch wir ein neues und ſehr wichtiges Verhältniß der Körper in der Natur kennen lernen.

Wenn Sie einige Augenblicke wieder auf ein Factum zurückgehen, welches Ihre Aufmerkſamkeit ſchon lange beſchäftigt hat, ſo werden Sie eine Menge verſchiedener Wirkungen wahrnehmen. Jede Vermehrung der elektriſchen Materie in einem geladenen Körper iſt jederzeit mit einem eben ſo beträchtlichen Verluſte verbunden, und wenn man dieſen Verluſt durch die zu viel vorhandene Elektricität wieder erſetzt, ſo nennt man dieß ein Wiederherſtellen des Gleichgewichts. Dieſe Wirkung erfolgt, wenn man der zu viel vorhandenen Elektricität einen Weg bahnt, den ſie nehmen kann, d. h. um mit den Elektrikern zu reden, wenn man einen Erſchütterungs- oder Verbindungskreis macht. Verbindet man die auswendige und inwendige Seite einer geladenen Flaſche durch einen Metalldrath, ſo geht die auf der inwendigen Seite angehäufte Menge durch dieſen Drath, welcher hier den Erſchütterungskreis ausmacht, hindurch. Macht man den Erſchütterungskreis aus verſchiedenen Materien, ſo laſſen ſich auch hier ſehr verſchiedene Wirkungen wahrnehmen. Einige laſſen einen größern Theil der Ladung durch ſich hindurchgehen, als andere, ſie verſtatten ihr einen leichtern Durchgang, oder, um mich des Kunſtausdrucks zu bedienen, ſie ſind beſſere Leiter der Elektricität, als andere. Ich habe mir ſehr viel Mühe gegeben, den Grad dieſer leitenden Eigenſchaft zu beſtim-

stimmen, und eine allgemeine Ursache zu ergründen, weshalb sie in verschiedenen Körpern verschieden ist. Allein ich bin hierinnen nicht ganz so glücklich gewesen, wie ich wünschte. Doch habe ich immer etwas gethan, welches andern behülflich seyn, und vielleicht etwas beytragen kann, daß auch Sie es hierinnen künftig noch weiter bringen werden. Ich will Ihnen daher zuerst die Werkzeuge beschreiben, deren ich mich bedient habe, und Sie sodann mit den Grundsätzen bekannt machen, nach welchen sie verfertigt sind.

Fig. 27. Taf. 2.

A B E C D ist mein Elektrometer, oder das Instrument, dessen ich mich bediene, um genau die Ladung zu messen, die ich durch den zu untersuchenden Körper gehen lasse. Ich bin weit entfernt, es ein verbessertes Brookisches Elektrometer nennen zu wollen; ich habe diesem bloß eine veränderte Einrichtung gegeben, die ich für meine Versuche vorzüglich schicklich fand. C E ist eine sehr leichte messingene Röhre, die an dem Ende mit einer ebenfalls sehr leichten messingenen Kugel versehen ist; diese letztere hält $1\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser. Die Röhre ist acht Zoll lang und $1\frac{1}{4}$ Zoll stark. Sie ist mit einem Zahnrade versehen, welches mit dem Zeiger auf dem Zifferblatte in Verbindung steht, so, daß der Zeiger viermal umläuft, wenn die Röhre $\frac{1}{4}$ mal herumgedrehet wird. Aus der Zeichnung können Sie sehen, daß diese Röhre auf einer andern ähnlichen Röhre ruhet, welche fest gemacht ist. An der beweglichen Röhre ist ein Schieber befindlich, und durch diesen wird, wenn man ihn rückwärts oder vorwärts schiebt, das Gewicht regulirt, welches gehoben wird, wenn das Elektrometer durch eine metallene Leitung mit der inwendigen Seite einer Flasche, während des Ladens derselben, verbunden ist. Wie die Röhre, die Kugeln

geln und das Uhrwerk, welches an dem Instrumente angebracht ist, isolirt sind, kann man leicht aus der Zeichnung, wo A B eine Glassäule vorstellt, abnehmen.

Die Ursachen, um deren willen ich diesem Instrumente eine etwas andere Einrichtung gegeben habe, als Herr Brooke, sind folgende: Ich fand, daß, wenn die Flasche stark geladen war, die geringste Verschiedenheit der Ladung die Wirkung, welche von dem Uebergange der elektrischen Materie abhängt, auffallend unregelmäßig machte. Daher lehrte mich denn auch die Erfahrung, daß es, wenn ich gleich den Arm so regulirt hatte, daß er den Unterschied von einem Gran anzeigte, sehr schwer sey, genau den Zeitpunkt zu bemerken, wenn sich beyde Kugeln von einander entfernten, und ich fand beträchtliche Verschiedenheiten, welche Folgen der größern oder mindern Entfernung derselben waren. Aus diesem Grunde verband ich den Arm mit dem Zeiger auf dem Zifferblatte, wodurch ich in den Stand gesetzt wurde, genau den Zeitpunkt anzugeben, in welchem eine und dieselbe Menge elektrischer Materie durch jeden gegebenen Körper gieng. Es dürfte wohl nicht unzweckmäßig seyn, hier zu erwähnen, wie ich immer hintergangen wurde, wenn ich mit Hülfe des Lanefchen Elektrometers genau die Ladung bestimmen wollte, welche zu verschiedenen Zeiten durch irgend einen Körper durchgieng, oder, mit andern Worten, wenn ich nach zwey oder mehrern Versuchen in Stand gesetzt seyn wollte, behaupten zu können, daß ich mich genau derselben Ladung bedient hätte.

Fig. 28. Taf. 2.

A B ist ein Drath, an beyden Enden mit Kugeln versehen. Er läßt sich in der Kugel C rückwärts und vorwärts schieben, und auf diese Weise von der mes-

ſingenen Kugel D in jede beliebige Entfernung bringen, welche letztere mit der inwendigen Seite einer Flaſche oder Batterie unmittelbar in Verbindung ſteht, indeß der Drath A B mit der auswendigen Seite derſelben verbunden iſt. Dieſe verſchiedenen Theile werden durch den gebogenen Glasſtab F G in ein Inſtrument vereinigt.

Ich habe mir Mühe gegeben, die Genauigkeit dieſes Elektrometers zu prüfen, nähmlich durch Vergleichung der Reſultate von ſehr vielen Verſuchen; allein noch habe ich es nicht dreymal hinter einander ſo weit bringen können, daß ein Schlag von der nähmlichen Stärke durch einen gleich langen Luftraum ſchlug. Dieſe Unſicherheit in Anſehung der Reſultate rührt offenbar von den unſichtbaren leitenden Atomen, welche in der Atmoſphäre ſchwimmen, her; dann von den Haaren, welche immer zwiſchen die Kugeln, wo der Funke überſchlagen ſoll, hineinkommen; endlich von den ſchnellen Veränderungen der Temperatur der Luft, verbunden mit einer Verſchiedenheit von andern Umſtänden, von denen der kleinſte einen beträchtlichen Einfluß auf die leitende Kraft des Erſchütterungskreiſes hat.

Wenn man die leitende Kraft von verſchiedenen Körpern unterſuchen will, ſo hängt die Zuverläſſigkeit unſerer Reſultate nicht bloß von der Genauigkeit ab, mit der wir bey jedem Verſuche die Ladung beſtimmt meſſen, ſondern auch davon, daß wir uns einer Methode bedienen, vermöge deren die Ladung ganz durch den zu prüfenden Körper durchgeführt wird.

Daher müſſen wir in Abſicht auf die Inſtrumente, welche wir zum Ausladen gebrauchen, auf folgende Umſtände Rückſicht nehmen:

1) Sie müſſen ſo eingerichtet ſeyn, daß die elektriſche Materie ſchlechterdings auf keinem andern Wege in die auswendige Seite der Flaſche oder Batterie übergehen

gehen könne, als durch den beabsichteten Erschütterungskreis.

2) Die leitenden Drähte des Instruments müssen so schnell, als möglich, mit der inwendigen Seite der geladenen Fläche in Berührung kommen; denn wenn man sie ihr nur allmählig nahe bringt, so wird ein Theil der Ladung noch ehe der Schlag erfolgt, weggenommen, und folglich die Stärke desselben beträchtlich vermindert.

3) Der Operator muß sich, im Augenblicke der Entladung, nicht in der Atmosphäre des Leiters befinden.

4) Das Instrument, wodurch die Entladung bewirkt werden soll, muß von der inwendigen Seite der geladenen Substanz eben so schnell wieder entfernt, als genähert werden; denn sonst sind wir nicht im Stande, den Rückstand zu messen, und wir werden jedesmal, wenn wir uns in Absicht auf unsere Schlagweiten betrogen haben, eine neue Ladung bewirken müssen. Ist die geladene Fläche klein, so hat man doppelte Arbeit; und sicher zehenmal so viel, wenn die geladene Fläche von einer beträchtlichen Größe ist.

Das Instrument, das ich jetzt beschreiben will, hat mein Bruder erfunden. Er wurde durch das letzte von mehrern Instrumenten dieser Art darauf geführet, die ich zuvor verfertigt hatte, von denen mir jedoch keins völlig Gnüge leisten wollte.

Der Auslader.

Fig. 29. Taf. 2.

A und B sind zwey messingene runde Scheiben, von denen jede vier oder fünf Zoll im Durchmesser hat. Sie sind durch eine Achse verbunden, welche sich in einer Haube, die auf dem Glasstabe D M fest gemacht

ist, leicht herumdrehen läßt. Die Dräthe D C und E F sind in die Peripherien der Scheiben eingeschraubt, so, daß sie gegen einander in entgegengesetzter Richtung zu stehen kommen. Die Länge dieser Dräthe richtet sich nach den Entfernungen, in welche man den Ausladr von dem Leiter bringt, und sie machen mit der Achse der Scheiben gerade einen rechten Winkel. An die Flächen der Scheiben aber sind noch zwey andere Dräthe befestigt, welche wieder mit diesen rechte Winkel machen, und so nahe, als möglich, nach der Peripherie der Scheiben zu in selbige eingeschraubt sind, aber in entgegengesetzten Punkten, so, daß sie Gegenstände, welche in einer Linie, mit der Achse parallel, in einer Entfernung von einer halben Umdrehung von einander liegen, zugleich treffen müssen. Die Länge dieser Dräthe richtet sich nach den Entfernungen, innerhalb deren sie die metallene oder irgend eine andere Verbindung, welche mit der auswendigen Seite der Flasche gemacht ist, berühren.

Die Art, diesen Ausladr zu gebrauchen, ist folgende:

Wenn C mit dem Leiter in Berührung gebracht wird, so nimmt es die elektrische Materie auf, und leitet sie durch G nach der auswendigen Seite der geladenen Fläche hin. Die Bewegung von C wird durch die Berührung nicht aufgehalten, sondern fortgesetzt; daher kömmt F in die nähmliche Berührung, und dadurch wird der Rückstand in der Flasche durch K nach der auswendigen Seite derselben hingeleitet. Der Glasstab muß in beyde Kappen tief hineingehen, denn sonst würde dieser Apparat durch die schnelle Bewegung und die dadurch hervorgebrachte Erschütterung seiner einzelnen Theile leicht locker werden, und in Unordnung gerathen.

Wenn C beym Herumdrehen an einen unbeweglichen Körper stößt, der mit dem Leiter verbunden ist,

so

ſo wird es leicht aufgehalten; und dann leidet ſeine Kugel leicht Schaden, oder es ereignet ſich ſonſt eine Veränderung, welche der Genauigkeit des Verſuchs hinderlich iſt.

Fig. 30. Taf. 2.

Um dieſen Mängeln abzuhelfen, trifft C an die Kugel A, welche mit der meſſingenen Röhre an dem Leiter mittelſt eines elaſtiſchen, in die Form einer Spiralfeder gebogenen Drathes in Verbindung ſteht. Die Ecken und Spitzen an dieſem Drathe werden dadurch unſchädlich gemacht, wenn man eine Büchſe an die meſſingene Röhre befeſtigt, ſo daß ſich die Kugel A, wenn ſie von C getroffen wird, in der Höhlung derſelben rückwärts und vorwärts bewegen könne. Die Büchſe macht man von hartem Holze, rundet ſie ſorgfältig ab, und polirt ſie wohl.

Fig. 31. Taf. 2.

Das Inſtrument, das ich jetzt beſchreiben will, dient dazu, die elektriſche Materie, bey ihrem Uebergange von der einen Seite einer geladenen Fläche zu der andern, durch zwey Erſchütterungskreiſe zu leiten; und man kann auf dieſe Art beſtimmen, ob ein flüſſiger oder ein feſter Körper, durch welche man die elektriſche Materie durchgehen läßt, eine ſtärkere leitende Kraft beſitze.

A B iſt ein Stück Meſſing etwa 1½ Zoll breit, und ½ Zoll dick. Es ruhet auf den Hauben von zwey Glasſäulen, und iſt an ſelbige durch die darauf geſchroubten Kugeln A und B befeſtigt. — F und G ſind zwey Löcher, durch welche ſich zwey Dräthe, F H und G I ſehr ſtet hin und her ſchieben laſſen, ſo, daß man die Entfernung ihrer Enden von den Enden der Dräthe K und L nach Gefallen verändern, und genau beſtimmen kann.

kann. — B M ist ein Drath, dessen Ende so elastisch ist, daß er leicht nachgiebt, wenn er von dem Arme des Ausladers getroffen wird. Die hölzernen Kappen, in welche die Glasstäbe eingekittet sind, und auf welchen sie stehen, sind durch ein Stück Metall oder Holz verbunden, wodurch denn die beschriebenen einzelnen Theile in ein Instrument vereinigt werden.

Wenn man sich dieses Instruments bedienen will, verfährt man auf folgende Art.

Die Aerme des Ausladers setzen die elektrische Materie dadurch, daß sie den Leiter und M Fig. 31. zu gleicher Zeit berühren, in den Stand, von H oder I, auf K oder L über zu schlagen, welche beyden letztern Dräthe mit der äußern Seite der geladenen Fläche verbunden sind.

Gesetzt, die elektrische Materie müßte, ehe sie durch I L gehen könnte, sich durch eine gewisse Menge Wasser durchdrängen, so würde sie eher einen Raum von drey Zollen zwischen H und K, als einen Raum von einem Zoll zwischen I und L überspringen; und die verschiedene Länge dieser Räume würde dazu dienen können, zu bestimmen, wie viel mehr Widerstand das Wasser der elektrischen Materie leistete, als die Metalle.

Die Art und Weise, wie man das Wasser, oder irgend einen andern flüssigen oder festen Körper in den Erschütterungskreis bringt, soll weiter unten beschrieben werden.

Auf die Erfindung des Instruments, das ich zunächst beschreiben will, wurde ich durch die Umstände, welche bey folgendem Factum vorkommen, geführt.

Fig. 32. Taf. 2.

A B ist eine Glasröhre, $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser. Das eine Ende derselben ist verschlossen, und in dieses geht der Drath A C hinein; das andere Ende B hingegen

gegen iſt in einem Gefäße mit Waſſer umgekehrt, ſo, daß der Rand der Röhre gerade unter die Oberfläche des Waſſers kömmt. Der Drath D B iſt mit der auswendigen Seite einer geladenen Flaſche verbunden. Die elektriſche Materie bringt, bey ihrem Uebergange von C zu D, eine Ausdehnung der Luft hervor, wodurch eine große Luftblaſe heraus getrieben wird; bald nachher ſteigt das Waſſer in die Röhre hinauf, und zeigt auf dieſe Weiſe die geſchehene Veränderung an.

Die Wirkung, welche bey dieſem Verſuche hervorgebracht wird, iſt eine Folge der Adhäſion, vermöge deren die elektriſche Materie mit der Luft in der Röhre eine Vereinigung eingeht. Denn wenn eine ſolche Adhäſion zwiſchen zwey Körpern von irgend einer Gattung ſtatt findet, ſo muß die Bewegung, welche man der einen mittheilt, nothwendig auch an der andern wahrgenommen werden.

Die Wirkung (das Moment) des Schlages einer ſtark geladenen großen Batterie, kömmt mit der erſtaunenden Geſchwindigkeit der elektriſchen Materie bey ihrem Uebergange überein, und iſt nach Verhältniß der Menge derſelben verſchieden. Wenn man eine Fläche von zehen Quadratfuß ladet, ſo läßt ſich ein Gewicht über vier Pfund bewegen.

Nimmt man eine noch einmal ſo große Fläche, ſo wird die Wirkung verdoppelt, und bey einer viermal ſo großen iſt die Ausdehnung viermal ſo heftig.

Die vorherbeſchriebene Wirkung ſchränkt ſich nicht bloß auf die Luft ein. Sie wird auch dann hervorgebracht, wenn der Schlag durch Oel, Aether, Weingeiſt oder Waſſer geht. Denn wenn man eine von dieſen Flüſſigkeiten unter den nähmlichen Umſtänden, wie vorher die Luft, in die Röhre bringt, und die Ladung bey ihrem Durchgange durch ſelbige leuchtend macht, dadurch nähmlich, daß man die Enden der beyden leitenden

tenden Drähte einander hinlänglich nähert, so erfolgt eine Ausdehnung bis zu einem gewissen Grade, welcher sich nach gewissen Umständen richtet, die von der leitenden Kraft der ausgedehnten Substanzen abhängen.

Wenn die leitende Kraft vollkommen ist, so trifft der Schlag bey seinem Uebergange auf keinen Widerstand. Dagegen nimmt dieser Widerstand in dem Grade zu, in welchem die leitende Kraft abnimmt; er rührt nähmlich von der Adhäsion der bewegten elektrischen Theilchen an dem Körper, welcher die Ladung fortleitet, her. Allein die Ausdehnung hängt ebenfalls von dieser Adhäsion ab; diese muß folglich im Verhältniß zu der leitenden Kraft verschieden seyn. Mit andern Worten, die leitende Kraft muß am stärksten seyn, wenn die Ausdehnung am schwächsten ist, und umgekehrt.

Das folgende Instrument, welches zum Messen der einen eingerichtet ist, muß folglich auch zum Messen der andern dienen können.

Fig. 33. Taf. 2.

A B ist ein gläsernes Gefäß, dessen Durchmesser I K, vier Zoll, und dessen Länge D C, $2\frac{1}{4}$ Zoll beträgt. A D und B C sind zwey offene Hälse, etwa $\frac{3}{4}$ Zoll im Durchmesser. E F G H ist eine messingene Kappe, welche eine, fast eben so weite Oeffnung, als der Hals, hat, und auf ihrem engern Ende ruhet eine Haube von Kork L. Wenn nun die Ladung in dem gläsernen Gefäße von einer Spitze zu der andern übergeht, so wird die Korkhaube in die Höhe gehoben samt dem Gewichte, das man etwa darauf gelegt hat; allein die Wirkung erfolgt so schnell, daß das Auge nicht zu bestimmen vermag, ob wirklich eine Bewegung statt gefunden habe, oder nicht. Diesem Nachtheile soll das Instrument, welches in Fig. 34. Taf. 2. vorge-

vorgestellt ist, abhelfen. Hier sind die völlig gleichen Gewichte, a und b, an einem seidenen Faden aufgehangen, welcher über die Rolle von einer messingenen Walze weggeht. Der Zeiger c ist an die Achse befestigt, und deutet, durch sein Fortrücken, die Bewegung der Walze an. Eine Büchse, welche von allen Spitzen und Ecken sorgfältig frey ist, hält die Rolle, und alles, was zu ihrer Bewegung erfordert wird, in sich. An den hintern Theil dieser Büchse ist der stumpfe Drath c d befestigt, und dieser kann mit Hülfe der Nuß A, welche in einer durchbohrten Haube befindlich ist, und auf ihn drückt, in jede beliebige Entfernung gebracht werden.

Eins von den Gewichten an der Walze nun ruhet, während der Operation, auf der Korkhaube, in Fig. 33. Es wird folglich durch die Ausdehnung der Luft in dem gläsernen Gefäße in die Höhe gehoben, mithin bleibt es, vermöge der bekannten Eigenschaft der Walze, in der Höhe, bis zu welcher es gehoben worden ist. Ich hatte mir schon mehrere Instrumente zu diesem Behufe vergeblich verfertigt, ehe mir ein Freund, den man wegen seiner Geschicklichkeit in der Mechanik mit Grunde schätzt *), das so eben beschriebene verschaffte.

Man könnte hier den Einwurf machen, als ob die Friction der Korkhaube wahrscheinlich unrichtige Resultate veranlassen möchte. Allein meine eigene Erfahrung hat mich von dem Ungrunde dieses Einwurfs überzeugt. Die Resultate meiner Versuche waren nur sehr wenig verschieden, wenn ich nähmlich dafür sorgte, daß die Kappe immer in dieselbe Lage gebracht wurde, und wenn ich noch auf andere kleine Nebenumstände Acht gab, von denen ich nachher reden werde. Doch kann man die Korkhaube dann nicht brauchen, wenn man

*) Herr Wisemann, aus Diß, in Norfolk.

man die leitende Kraft von verschiedenen Luftgattungen, oder die Ausdehnung von dicken Flüssigkeiten untersuchen will. In solchen Fällen habe ich mich immer des Instruments bedient, welches in folgender Figur vorgestellt ist.

Fig. 35. Taf. 2.

A ist ein Gefäß, welches mit dem bereits beschriebenen Aehnlichkeit hat. Will man Luftgattungen untersuchen, so macht man es von Glas; stellt man hingegen mit Oel, Aether, Weingeist oder Wasser Versuche an, so muß es von Holz seyn; denn nichts anders bleibt nach der Entladung ganz. B C ist eine gebogene mit Queckſilber gefüllte Röhre, und zwar reicht die eine Oberfläche des erstern B bis an die Oeffnung des eisernen Hahnes, welcher an dem Halse des Gefäßes A befestigt ist, die andere hingegen C steht etwa 1½ Zoll unter dem offenen Ende der gebogenen Röhre, und, während der Operation, liegt eins von den Gewichten an der Walze in Fig. 34. darauf. D ist ein anderer Hahn, mit einer Kappe versehen. Beyde Hähne dienen dazu, verschiedene Luftgattungen in das gläserne Gefäß zu bringen. Wenn ich nun dieses Gefäß mittelst der Luftpumpe von Luft leer gemacht habe, schraube ich auf den Hahn D eine Kappe mit einer daran gebundenen Blase, welche letztere mit der zu prüfenden Luft angefüllet ist. Hierauf knüpfe ich einen Bindfaden, welcher um die Blase gebunden war, um die Luft darinnen zu erhalten, los, und öffne den Hahn D, und auf diese Weise wird das Gefäß gefüllt. Sodann verschließe ich den Hahn wieder, schraube die an die Blase befestigte Kappe ab, und schraube statt deren eine andere darauf, in deren Mündung die Glasröhre E D eingekittet ist. Durch die Oeffnung dieser Röhre, welche beynahe so enge ist, als bey einem Haarröhr-

röhrchen, geht ein dünner Drath, und dieser läßt sich, wenn der Hahn D aufgedrehet ist, tiefer hineinschieben, so, daß seine Spitze e innerhalb der Schlagweite von f zu stehen kömmt. Wenn man nun mit diesem Instrumente Versuche anstellt, so muß das Gewicht, welches durch die Ausdehnung gehoben wird, wie man leicht einsiehet, mit dem Steigen der Oberfläche C im Verhältnisse stehen.

Ich habe mir viel Mühe gegeben, mit Hülfe des so eben beschriebenen Apparates eine große Menge von den Wirkungen zu prüfen, welche von der nichtleitenden Kraft der Körper abhängen, und wir können hieraus nur dann einige sichere Folgerungen ziehen, wenn mehrere Proben übereinstimmende Resultate geben.

Ich will Ihnen jetzt die Versuche beschreiben, die ich mit verschiedenen Substanzen, und zwar mit jedem Instrumente besonders, gemacht habe. Sodann will ich Ihnen auch die Bemerkungen mittheilen, welche mir bey Anstellung dieser Versuche eingefallen sind; und zum Beschluß unserer Untersuchungen über diesen Gegenstand will ich einen Versuch machen, einige von den schon beschriebenen Thatsachen mit Hülfe gewisser Grundsätze, die ich Ihnen bereits vorgetragen habe, zu erklären.

Dreyzehnte Vorlesung.

Ueber die Verschiedenheit der leitenden Kraft, welche von den verschiedenen Endigungen der Dräthe, mit denen man die Entladung bewirkt, herkömmt.

Bey Anstellung der Versuche über diesen Gegenstand ließ ich die Ladung durch die Luft gehen, und zwar

I. Von einer ebenen Fläche zu einer andern.

II. Von einer Spitze zu einer andern.

III. Von einer ebenen Fläche zu einer Spitze.

IV. Von Kugeln zu Spitzen.

I. Von einer ebenen Fläche zu einer andern. — Es hat einige Schwierigkeit, zwey Flächen so einzurichten, daß sie gegen einander völlig parallel zu stehen kommen. Zu der einen Fläche dient mir ein großes mit Queckſilber gefülltes Gefäß; und über dieses hänge ich mit Hülfe einer gewöhnlichen Setzwage eine geschliffene Messingplatte völlig horizontal auf. Der Rand von der Messingplatte muß sorgfältig abgerundet seyn; auch muß er nicht über den Rand des Queckſilbers in dem Gefäße hängen, denn sonst wird der Uebergang für die elektrische Materie zu leicht.

Ein halber Zoll Luft ist fast die größte Entfernung, durch welche man unter solchen Umständen auch den stärksten Schlag durchgehen lassen kann.

II. Von

II. Von einer Spitze zu einer andern. — Auch hier hat es einige Schwierigkeit, die Spitzen in eine solche Lage zu bringen, daß sie einander gerade über stehen. Denn da zum Drehen der Maschine und zur Entladung sehr viel Bewegung erforderlich ist, so können die Spitzen leicht erschüttert werden, wodurch denn ihre Entfernung wesentlich verändert wird.

Um diesem Nachtheile vorzubeugen, müssen alle Theile von dem Instrumente in Fig. 31. Taf. 2. sehr fest mit einander verbunden werden, damit die Wirkung von jeder zufälligen Bewegung beyden Spitzen zugleich gleichmäßig mitgetheilt werde. Um es nun hierbey zu der größtmöglichsten Genauigkeit zu bringen, bediene ich mich gemeiniglich zweyer sehr kleiner Nähnadeln von einerley Größe.

Den stärksten Schlag von einer oder von mehrern Flaschen habe ich, wenn ich ihn von einer Spitze zur andern gehen ließ, nie über einen größern Raum, als $5\frac{1}{2}$ Zoll wegbringen können.

Durch einen eben so langen Luftraum wollte der nähmliche Schlag nicht gehen, wenn ich mehrere spitzige Dräthe dazwischen brachte.

Fig. 36. Taf. 2.

A B stellt eine Leidner Flasche vor; D H sind die spitzigen Enden der metallenen Verbindung, durch welche sie entladen wird; a b, c d, e f, sind kleine spitzige Dräthe, welche so gestellt sind, daß die Entfernungen D a, b c, d e, zusammengenommen $5\frac{1}{2}$ Zoll betragen. In diesem Falle ließ sich die Flasche nicht entladen, wofern man die Schlagweite nicht bis auf $3\frac{3}{4}$ Zoll verminderte.

Ich verglich die Verschiedenheit zwischen dem Widerstande eines Zwischenraums unter den Umständen, wie in der Zeichnung, mit dem Widerstande eines Zwi-

schenraums ohne Dräthe, indem ich mit Hülfe des Instruments Fig. 31. Taf. 2. beyde zugleich in den Verbindungskreis brachte.

Die Columne A zeigt die Entfernungen an, bey welcher acht Spitzen gebraucht wurden; B hingegen die Entfernungen, wo die elektrische Materie unmittelbar von einer Spitze zur andern übergieng.

A	<	B
1		$1\frac{1}{4}$
$1\frac{1}{4}$		$1\frac{3}{4}$
$1\frac{1}{2}$		$2\frac{1}{8}$
2		$2\frac{3}{4}$
$2\frac{1}{4}$		3
$3\frac{1}{4}$		$4\frac{3}{4}$

Wenn ich eine Kette in den einen Zwischenraum brachte, und ein zusammenhängendes Stück Drath in den andern, so war der Vorzug, welchen die elektrische Materie dem Verbindungskreise durch den Drath gab, ein auffallender Beweis von dem größern Widerstande, den jede Kette leistet, wenn auch ihre Glieder mit der größtmöglichsten Gewalt mit einander verbunden sind.

Diese Facta lassen uns eine beträchtliche Verschiedenheit in Absicht auf die Resultate erwarten, welche zwey Experimentatoren, die einerley Versuche mit verschiedenen Maschinen anstellen, erhalten. Denn es ist kaum möglich, einen Verbindungskreis so einzurichten, daß nicht eins von den beschriebenen Hindernissen vorhanden seyn sollte.

Diese Ursache von Anomalien scheinen einige Mechaniker absichtlich zu begünstigen, welche ihre Auslader aus einer Kette, die durch eine gekrümmte Röhre durchgeht, verfertigen. Eine solche Einrichtung

geben

geben ſie ihm, um das Auge durch die vielen Funken zu ergötzen, welche, beym Ausladen, an der innern Seite der Röhre entſtehen. Allein auf dieſe Art geht viel von der Stärke des Schlages verloren. Denn ich habe gefunden, daß der Rückſtand bisweilen über $\frac{1}{4}$ der Ladung betrug.

Mehrere Elektriker haben bey Gelegenheit des Streites über die Kugeln und Spitzen den Satz behauptet, daß leitende Subſtanzen, die man in irgend einen Verbindungskreis brächte, auf ähnliche Art wirkten, wie Stücken Holz, deren man z. B. mehrere in einiger Entfernung von einander in eine Pfütze legt, um auf ſelbige treten und auf dieſe Weiſe über die Pfütze hinüber kommen zu können, (like stepping-blocks) und daß ſie daher die elektriſche Materie durch einen weit längern Raum von einem widerſtehenden Medium leiteten, als dieſe ſonſt durchdringen könnte.

Herr Wilſon behauptete, daß auf jeder neuen Fläche auch ein neues Hinderniß ſtatt fände, und ſchrieb dieß einer gewiſſen ätheriſchen Luft zu, die ſich über alle Körper verbreite. Ich glaube nicht, daß die Theorie, mit deren Hülfe er jene Wirkungen zu erklären ſucht, jemals mit der Zuverläſſigkeit wird erwieſen werden können, mit welcher ſich ſeine Behauptung, in wiefern ſie ſich auf Thatſachen gründet, durch die vorhergehenden Verſuche erweiſen läßt. Es iſt ausgemacht, daß ſein angenommenes Hinderniß ſtatt findet, wenn die leitende Fläche den möglichſt kleinſten Durchmeſſer hat, und wir werden in der Folge ſehen, daß man durch Vergrößerung des Durchmeſſers auch verhältnißmäßig das Hinderniß verſtärkt, und daß Kugeln, als Hinderniſſe, wirkſamer ſeyn müſſen, als Spitzen, wenn ſich beyde in einerley Lage befinden.

III. Der Uebergang der elektrischen Materie von einer ebenen Fläche zu einer Spitze. — Bey meinen Versuchen über diesen Gegenstand habe ich immer einen eisernen Drath über eine ziemlich große Fläche von Quecksilber frey aufgehangen. Der Drath wird vermöge seiner eigenen Schwere gegen das Quecksilber immer in perpendiculärer Lage erhalten. Die auswendige Seite der Flasche wird mit dem Quecksilber, und die inwendige mit dem Drathe verbunden. Nach jedem Versuche muß man die Oberfläche wieder dadurch reinigen, daß man mit dem Rande von einem Stück dicker Pappe darüber wegfährt. Ohne diese Vorsicht wird eine Menge kleiner leitender Fäserchen aus der Atmosphäre darauffallen, welche, wenn sie von ohngefähr irgendwo, innerhalb der Schlagweite des Drathes, liegen bleiben, wie Spitzen die elektrische Materie ableiten.

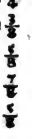
Ich habe auch gefunden, daß nach jeder Entladung, auf dem Quecksilber, dem Drathe gerade gegenüber, ein schwarzer Fleck nachblieb, und bisweilen bemerkt, daß eine solche Veränderung der Oberfläche des Metalls ebenfalls eine geringe Veränderung in Absicht auf die Länge des Verbindungskreises nach sich zog.

Die größte Schlagweite, durch welche eine volle Ladung von einer ebenen Fläche zu einer Spitze gehen wollte, betrug $1\frac{3}{8}$ Zoll.

Wenn ich mit Hülfe des Instruments in Fig. 31. Taf. 2. dem Schlage zwischen zwey Verbindungskreisen die Wahl verstattete, so waren die Entfernungen, in welchen die elektrische Materie keinem von beyden den Vorzug gab, folgende:

Ebene

+ halbopjektes Quecksilber, welches schlecht leitet als rein vegetinisches.

Ebene Fläche. zu einer Spitze	Spitzen. zu Spitzen.
	

Stellte ich die ebene Fläche einer Kugel von drey Zoll im Durchmesser gerade gegenüber, so betrug die größte Schlagweite $\frac{3}{4}$ Zoll.

IV. Von Kugeln zu Spitzen. — A zeigt in der folgenden Tabelle den Durchmesser der Kugel in Theilen eines Zolls an; B die Schlagweite von der Kugel; und C die Schlagweite, wenn die elektrische Materie der Spitze unter den Umständen, wie in Fig. 31. Taf. 2. den Vorzug gab.

A	B	C
$\frac{7}{8}$	$3\frac{3}{8}$	$3\frac{4}{8}$
$1\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{8}$	$3\frac{3}{8}$
$2\frac{1}{2}$	$2\frac{7}{8}$	$3\frac{1}{8}$

Bey nur einem Verbindungskreise betrug die größte Schlagweite bey Spitzen sowohl, als bey Kugeln, beträchtlich mehr.

In der folgenden Tabelle bedeutet A den Durchmesser der Kugel; B die größte Schlagweite der Kugel; und C die größte Schlagweite der Spitzen.

A	B	C
$\frac{7}{8}$	$4\frac{5}{8}$	5
$1\frac{1}{8}$	3	6

Bey allen vorher beschriebenen Versuchen gebrauchte ich einerley Ladung, und da ich mich jedesmal der möglichst stärksten Ladung bediente, fand ich, daß eine sehr

kleine Verschiedenheit in Ansehung dieses Umstandes eine sehr merkliche Verschiedenheit in Absicht auf die Schlagweite nach sich zog. — In der folgenden Tabelle sind die verschiedenen Resultate angegeben, welche ich erhielt, wenn ich verschiedene Ladungen gebrauchte.

A in der Tabelle zeigt den Durchmesser der Kugel an, B die Entfernung, über welche die elektrische Materie eben so leicht von den Kugeln, als von den Spitzen aus, weggieng, oder in welcher sich die Ladung mit den Spitzen theilte wenn diese sich in den durch C angedeuteten Entfernungen befanden. In D neben den Resultaten ist die Quantität der Ladung nach Granen der zurückstoßenden Kraft angegeben, wie sie nach Brooke's Elektrometer bestimmt wurde.

A	B	C	D	
Zoll.	Zoll.	Zoll.		
$\frac{1}{4}$	1	1	30	
$\frac{1}{4}$	1	$1\frac{3}{4}$	15	
$\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	30	
$\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{8}$	15	
$\frac{1}{4}$	2	$2\frac{3}{8}$	30	
$\frac{1}{4}$	2	$2\frac{5}{8}$*	15	*größte Schlagweite der halben Ladung.
$\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{7}{8}$	30	
$\frac{1}{4}$	3	$3\frac{1}{4}$	30	
$\frac{1}{4}$	$3\frac{1}{2}$	4	30	
Zoll.	Zoll.	Zoll.		
$\frac{1}{2}$	1	1	30	
$\frac{1}{2}$	1	$2\frac{1}{2}$	15	
$\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	2	30	
$\frac{1}{2}$	2	$2\frac{7}{8}$*	15	*größte Schlagweite der halben Ladung.

A	B	C	D	
Zoll.	Zoll.	Zoll.		
$\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{7}{8}$	30	
$\frac{1}{4}$	3	$3\frac{1}{8}$	30	
$\frac{1}{4}$	$3\frac{1}{4}$	$4\frac{3}{8}$	30	
Zoll.	Zoll.	Zoll.		
$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{7}{8}$	30	
$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$2\frac{7}{8}$*	15	*größte Schlagweite der halben Ladung.
$\frac{3}{4}$	1	$1\frac{1}{4}$	30	
$\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{4}$	30	
$\frac{3}{4}$	2	4	30	
Zoll.	Zoll.	Zoll.		
1	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	15	
1	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	30	
1	$\frac{1}{2}$	1	15	
1	1	1	30	
1	1	3*	15	*größte Schlagweite der halben Ladung.
1	$1\frac{1}{2}$	3	30	
1	2	$4\frac{1}{4}$	30	
Zoll.	Zoll.	Zoll.		
$1\frac{1}{4}$	$\frac{8}{10}$	$\frac{11}{10}$	30	
0	$\frac{1}{2}$	$2\frac{7}{8}$*	15	*größte Schlagweite der halben Ladung.
0	1	$1\frac{3}{10}$	30	
0	$1\frac{1}{2}$	4	30	

A	B	C	D	
Zoll.	Zoll.	Zoll.		
$1\frac{1}{2}$	$\frac{4}{8}$	$\frac{6}{8}$	30	
0	$\frac{1}{8}$	$2\frac{1}{8}$*	15	*größte Schlagweite der halben Ladung.
0	1	$4\frac{1}{8}$	30	

Bemerkungen.

1) Die vorhergehenden Versuche beweisen, daß die Schlagweite desto größer ist, jemehr sich die Gestalt der Kugel der Gestalt einer Spitze nähert. Denn wenn wir die Tabellen ansehen, so finden wir, daß eine Kugel von $\frac{1}{4}$ Zoll Durchmesser eine Ladung durch einen viermal längern Luftraum durchleitete, als der Luftraum war, durch welchen eben diese Ladung mit Hülfe einer Kugel durchgeleitet werden konnte, deren Durchmesser $1\frac{1}{2}$ Zoll betrug, oder sechsmal so groß war, als jener.

2) In den meisten Fällen wird diese Verschiedenheit noch merklicher, wenn man die Ladung schwächte. Hatte die Kugel $\frac{3}{4}$ Zoll im Durchmesser, so gieng die halbe Ladung von der Spitze aus durch $2\frac{1}{8}$ Zoll Luft lieber, als durch $\frac{1}{4}$ Zoll von der Kugel aus.

3) Die Reihen der Differenzen zwischen den Schlagweiten von Spitzen und Kugeln, bey völliger Ladung, sind folgende:

A

$\frac{1}{8}$	0	0	$\frac{1}{8}$	$\frac{2}{8}$	$\frac{4}{8}$	0
$\frac{1}{4}$	0	$\frac{4}{8}$	$\frac{1}{8}$	0	$\frac{1}{8}$	$\frac{7}{8}$
$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{8}$	0	$\frac{2}{8}$	0	$\frac{16}{8}$	0
1	0	0	$\frac{12}{8}$	0	$\frac{16}{8}$	0
$1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{16}$	0	$\frac{20}{8}$	0	0	0

A

Die

Die Zahlen in der Columne A, vorn an jeder Reihe, zeigen die Durchmeſſer der Kugeln an, und die erſte Zahl in jeder Reihe giebt die Differenz zwiſchen den Schlagweiten der Kugeln und Spitzen an, wenn die Schlagweite der Kugeln einen Zoll beträgt *). Sie werden bemerken, daß das Zunehmen der Differenzen mit dem Zunehmen der Durchmeſſer der Kugeln im Verhältniſſe ſteht, und daß, wenn eine gewiſſe Schlagweite vorbey iſt, die Differenzen weit ſchneller zunehmen, als wenn die Schlagweiten noch gering ſind. Ich muß Sie bitten, auf dieſe beſondern Umſtände hauptſächlich aufmerkſam zu ſeyn, weil die leichte Erklärung derſelben, welche uns die Theorie, die ich Ihnen jetzt zur Beurtheilung vorlegen werde, an die Hand giebt, ſchon ein muthmaßlicher Beweis für die Wahrheit der Theorie ſelbſt iſt.

Die elektriſchen Theilchen, welche vor dem Uebergange einer jeden Ladung in Bewegung geſetzt werden, müſſen die Geſtalt ihrer Lage von der Geſtalt des Körpers, welcher die Ladung leitet, annehmen.

Fig. 37. Taf. 2.

1) Wenn die Ladung von einer Spitze zu einer andern, oder von a zu b übergeht, ſo nehmen ſie die Geſtalt eines Cylinders an, deſſen Baſis beynahe mit der Fläche

*) Der Verfaſſer hat ſich hier, wie mich dünkt, über die vorherſtehende Tabelle etwas unvollſtändig erklärt. Wahrſcheinlich will er durch die zweyte, dritte, vierte, fünfte und ſechſte Zahl die Differenzen zwiſchen den Schlagweiten der Kugeln und Spitzen angeben, wenn die Schlagweiten der Kugeln 1½. 2. 2½. 3. endlich 3½. Zoll betragen. Dieß ſcheint ſich aus einer Vergleichung dieſer Tabelle mit der S. 136. u. f. beygebrachten zu ergeben. A. d. U.

Fläche der Spitzen, und dessen Länge mit der Entfernung derselben übereinkömmt.

Fig. 38. Taf. 2.

2) Wenn die Ladung von einer runden ebenen Fläche a b zu einer Spitze c übergeht, so wird die elektrische Materie, bey ihrem Uebergange, einen Kegel bilden, welcher die ebene Fläche zur Basis hat, und dessen Länge mit einer Perpendicularlinie übereinkömmt, die man von c auf die Fläche zieht.

Fig. 39. Taf. 2.

3) Wenn die Ladung von einer sphärischen Fläche a b übergeht, so werden die fortbewegten Theilchen einem Körper a b c gleich seyn, dessen Basis mit dem Durchmesser von a b, und dessen Höhe mit einer Perpendicularlinie, die man von c auf eine Tangente von a b fallen läßt, übereinkömmt.

Fig. 40. Taf. 2.

4) Geht die Ladung von einer runden ebenen Fläche zu einer andern über, so werden die fortgetriebenen Theilchen die Gestalt des Cylinders A B C D annehmen, und dieser wird sich der Figur eines Kegels immer mehr und mehr nähern, je kleiner C D ist.

Wenn wir nun die so eben aufgestellten Sätze einräumen, so dürfen wir, im Fall wir die verschiedenen Längen der Funken bestimmen wollen, nur die vorhergehenden Figuren ihrem körperlichen Inhalte nach mit einander vergleichen, denn der Widerstand, der dem Uebergange der Ladung geleistet wird, läßt sich durch sie genau angeben.

Um den Widerstand zwischen den beyden Spitzen dem Widerstande gleich zu machen, welcher zwischen den beyden ebenen Flächen statt findet, darf man nur

ihre

ihre Entfernung ſo lange vergrößern, bis die Anzahl der zwiſchen ihnen liegenden Theilchen mit der Anzahl der Theilchen übereinkömmt, welche zwiſchen den beyden Flächen befindlich ſind.

Um den Widerſtand zwiſchen einer ebenen Fläche und einer Spitze dem Widerſtande gleich zu machen, den die Ladung zwiſchen zwey ebenen Flächen zu überwältigen hat, muß man die Entfernung ſo lange vergrößern, bis der Kegel von Theilchen, welche das Medium in dem einen Falle ausmachen, dem Cylinder gleich wird, der das Medium in dem andern Falle bildet.

Die Reſultate unſerer Verſuche kommen mit den vorhergehenden theoretiſchen Vermuthungen völlig überein.

Wenn wir Kugeln gebrauchen, ſo müſſen ſie nothwendig, je mehr ihre Sphäricität zunimmt, ſich um deſto mehr der Geſtalt einer Spitze nähern, mithin muß auch, unſern Verſuchen zu Folge, die Länge des Funkens nothwendig zunehmen, je mehr ſich die Kugel der Geſtalt einer Spitze nähert.

Erlauben Sie mir jedoch bey den Fällen, wo eine Ladung von einer ſphäriſchen Fläche ausgeht, noch einige Zeit zu verweilen; ich wünſchte Ihnen nähmlich noch einige beſondere Umſtände erklären zu können, die man bey den Verſchiedenheiten zwiſchen den Schlagweiten der Kugeln und Spitzen wahrnimmt.

Fig. 41. Taf. 2.

Wir wollen annehmen, die Spitze, welche die Ladung aufnehmen ſoll, befinde ſich bey f, der Spitze von der Figur f e a b e d f, und innerhalb der Grenzlinien derſelben ſehen gerade ſo viel elektriſche Theilchen, als die Kraft einer beſtimmten Ladung in Bewegung ſetzen kann, ſo iſt leicht einzuſehen, daß dieſe Theilchen faſt

eben

eben so leicht fortbewegt werden können, als eine Linie, welche eine gleiche Zahl solcher Theilchen in sich faßt. Bringt man die Spitze nach g, so wird die nähmliche Kraft erforderlich seyn, die innerhalb der Figur g c d befindlichen Theilchen in Bewegung zu setzen, welche erfordert wird, eine Linie, die wieder eben so viel solcher Theilchen enthält, fort zu bewegen, und die Linien werden sich gegen einander fast eben so verhalten, als die Figuren ihrem Inhalte nach. Da sich nun aber alle solche Figuren, welche einerley Grundflächen haben, wie ihre Höhen verhalten, so haben wir noch die Ursache aufzusuchen, weshalb die Differenz zwischen den Wirkungen der Kugeln und Spitzen immer größer und größer wird, je mehr die Entfernungen zunehmen; sodann auch, warum, bey einer gewissen Entfernung, die Spitzen auf einmal weit mehr Vorzug erhalten, als bey jeder andern Entfernung.

1) Es fällt in die Augen, daß die Theilchen in der Linie e f Fig. 41. mit größerer Leichtigkeit fortbewegt werden können, als die Theilchen in der Linie a f; denn die Entfernung ist kürzer, und im Falle elektrische Materie genug in der Linie e f wäre, so würden keine Theilchen von a f fortgestoßen werden; wenn aber dieß nicht statt finden kann, so muß, um den Forderungen der Ladung Gnüge zu leisten, die Ausdehnung der Fläche vergrößert werden, von welcher eine verhältnißmäßige Menge elektrischer Materie fortgetrieben worden ist, damit die Platz gewinne, welche noch auf dem Wege ist: mit andern Worten, die Basis a b muß im Verhältnisse zu der Größe der Ladung vergrößert werden.

In so einem Falle aber ist, unabhängig von dem Widerstande, welchen die Vermehrung der Menge der beweglichen Theilchen veranlasset, noch ein anderer Widerstand vorhanden, welcher von der Verlängerung von e g, oder e f abhängt. Denn die äußersten Theilchen, welche

welche von der Spitze f oder g am entfernteſten ſind, laſſen ſich nicht ſo leicht aus der Stelle treiben, als die Theilchen, welche ihr näher liegen. Je weiter Sie folglich Ihre Spitze f hinausrücken, deſto mehr verſtärken Sie die zweyte Urſache des Widerſtandes, die ich angegeben habe, und deſto größer müſſen folglich die Differenzen zwiſchen den Schlagweiten von einer und derſelben Ladung ſeyn.

Mit Hülfe dieſer Unterſuchungen können wir auch, dünkt mich, leicht begreifen, warum die Differenzen der Schlagweiten bey ſchwachen Ladungen ſo ſchnell zunehmen.

2) Wenn Sie die Spitze über die größte Schlagweite einer Kugel, oder über f Fig. 41. hinausrücken, ſo wird dadurch zugleich das Hinderniß aus dem Wege geräumt, welches zwey Verbindungskreiſe einander gegenſeitig verurſachen, wenn ſich der Schlag durch ſie theilen ſoll, und die Ladung geht von der einen Spitze zu der andern über, gerade, als wenn der elektriſchen Materie nur ein Weg verſtattet worden wäre; folglich muß, über f hinaus, die Differenz der Schlagweiten zwiſchen Spitzen und Kugel um ſo viel zunehmen, als das Hinderniß betrug, welches zuvor bey zwey Verbindungskreiſen ſtatt fand.

Bey den vorhergehenden Verſuchen kömmt aber doch noch ein Umſtand vor, auf welchen meine bereits gegebene Erklärung nicht paßt. Aus jenen Verſuchen haben wir geſehen, „daß Stücken Metall, die man in einen Luftraum hineinbringt, die Schlagweite kürzer machen, wenn auch jedes Stück Metall mit einer ſehr ſcharfen Spitze verſehen iſt.“ Zwar leiſtet allerdings Metall an ſich einigen Widerſtand; allein daraus läßt ſich jene Wirkung nicht erklären, da die Ladung, durch eine weit größere Metallmaſſe, als die iſt, welche bey dem vorhergehenden Verſuche gebraucht wurde, eher gehen

wird,

Digitized by Google

wird, als durch einen Luftraum, der dem Raume, um welchen die Schlagweite bey dem Gebrauche jener Metallstücken vermindert wurde, gleich ist. Dafern eine Ladung, bey ihrem Uebergange von einer Spitze zu einer andern, keine andern Theilchen fortstieß, als solche, welche zwischen den Spitzen in gerader Linie liegen, so müßte ich annehmen, daß die dazwischen gebrachten Metallstücken keine Verschiedenheit veranlassen könnten. Allein es erfolgt wirklich, was ich vorhin gesagt habe. Die fortgestoßenen Theilchen haben die Gestalt eines Cylinders, dessen Basis beträchtlich größer ist, als der Durchmesser der Spitzen. Nichts beweiset dieß deutlicher, als die Spur, welche ein Schlag auf dem Glase zurückläßt. Diese ist immer ein breiter Streifen, und man kann die Breite desselben als den Durchmesser der Figur, welche die elektrische Materie bey ihrem Uebergange bildet, ansehen. Findet aber hier bey jeder einzelnen Spitze eine Divergenz statt, so muß auch ein verhältnißmäßiger Verlust von Kraft eintreten, und so unbeträchtlich dieser auch seyn mag, so muß er doch nothwendig mit der Zahl der Spitzen zunehmen.

Vierzehnte Vorlesung.

Ueber die leitende Eigenschaft des Wassers.

Bey unserer Untersuchung über die leitende Eigenschaft des Wassers und anderer flüssiger Körper wollen wir auf Folgendes Acht geben.

Erstlich wollen wir den Widerstand betrachten, welchen Säulen von diesen Stoffen, von verschiedener Länge und von verschiedenem Durchmesser, leisten.

Zu

Zu dieſem Behuf brachte ich Röhren von verſchiedener Größe, welche mit verſchiedenen Flüſſigkeiten angefüllt waren, in die beyden Verbindungskreiſe, die man mit Hülfe des Fig. 31. Taf. 2. gezeichneten Inſtrumentes hervorbringen kann. Die Oeffnung der Röhre gab mir ihren Durchmeſſer, und zwey Dräthe, die ich in ihre beyden Enden geſteckt hatte, ſetzten mich in den Stand, die Länge der Säule nach Gefallen einzurichten.

Den Widerſtand beſtimmte ich aus einer Vergleichung des Luftraums, durch welchen die elektriſche Materie nach ihrem Durchgange durch das Waſſer gieng, mit dem Luftraume, durch welchen eine eben ſo ſtarke Ladung gieng, wenn ich ſie durch metallene Leiter durchgeleitet hatte. Die Methode, die Röhren in den Verbindungskreis zu bringen, iſt folgende:

Fig. 42. Taf. 2.

A B C D iſt ein Theil von dem Inſtrumente, welches in Fig. 31. vorgeſtellt iſt. In den meſſingenen Stab, welcher von A bis B reicht, ſind zwey Löcher von hinlänglicher Weite gebohret, ſo, daß ſich die Röhren leicht hineinſchieben, und hin und her bewegen laſſen. Um dieſe in jeder Lage feſt zu halten, werden kleine hölzerne Keile in die Zwiſchenräume zwiſchen die Seiten der Röhren und das Meſſing geſteckt. E A und F B ſind zwey Glasſtäbe, und dieſe ſind in den Kugeln A und B feſt gemacht, und tragen den Drath G H, an welchem die Dräthe, die in das Waſſer hineingehen, feſt anliegen. Der Drath, an welchen der Auslader beym Herumdrehen antrifft, iſt bey H befindlich; und wenn dieſer die elektriſche Materie in dieſer Lage empfängt, leitet er ſie durch die Röhren durch entweder nach der Spitze I, oder nach der Spitze K, woraus man denn ſehen kann, welcher von beyden Verbin-

dungskreisen den Vorzug erhält. Die besten Dräthe zu diesen Versuchen sind die, aus welchen die Nähnadeln gemacht werden. Man macht sie in den Oeffnungen dadurch vollkommen fest, daß man einen feinen baumwollenen oder seidenen Faden darum wickelt. Füllt man die Röhren mit Säuren, so muß man ihre Oeffnungen mit Wachs verkleben.

Zweytens; Bey dem vorherbeschriebenen Verfahren geht, wenn sich die in das Wasser reichenden Spitzen in gewissen Entfernungen von einander befinden, nur ein Theil der Ladung durch. Nähern sich aber die Spitzen der Dräthe bis zu einer gewissen Entfernung, so geht die ganze Ladung durch, wobey man ein sehr glänzendes Licht wahrnimmt, und das Glas mit vieler Heftigkeit in Stücken geschlagen wird. Die Verschiedenheit der Entfernung, in welcher diese Wirkungen bey verschiedenen Flüssigkeiten erfolgen, richtet sich nach ihren leitenden Kräften. Es soll daher unser nächstes Geschäft seyn, diese Entfernungen zu bestimmen, und wir wollen uns von den vielen verschiedenen Fällen, die man hier untersuchen könnte, nur einige wenige auswählen.

Drittens; Jeder Körper wird durch das Durchgehen der elektrischen Materie ausgedehnt.+ Der Grad seiner Ausdehnung muß, wie ich bereits bemerkt habe, von seiner leitenden Kraft abhängen. Wir wollen daher einen Versuch machen, ihn genau zu bestimmen, und die Verschiedenheiten anzugeben, welche von der Verschiedenheit der Ladungen, und von einigen andern bey diesen Versuchen mitwirkenden Umständen herrühren.

Viertens; Die Quantität der elektrischen Materie, welche durch irgend einen Körper geleitet wird, muß nach einem gewissen Verhältnisse zu dem Widerstande, den dieser Körper leistet, geringer werden.

Die

+ Wasser unter 4½° R. muß Hfschwachen El. werden, sicht werden. R.

Die in der Flasche zurückgebliebene Quantität wird also größer oder kleiner seyn, je nachdem der Widerstand größer oder kleiner ist. Mit andern Worten, um die leitenden Kräfte der Körper zu bestimmen, sollten wir uns Mühe geben, den verschiedenen Rückstand zu messen, welcher nach der Entladung in den Flaschen zurückbleibt, wenn man verschiedene Körper in den Verbindungskreis gebracht hat.

Fünftens; Das Vermögen einiger flüssiger Körper, die Schlagweite der Ladung zu vergrößern, wenn sie über große Flächen verbreitet sind, ist nichts anderes, als ihre leitende Kraft. Wir müssen also auf ihre verschiedenen Wirkungen Acht geben, und, wo möglich, die Fälle aufzufinden suchen, in welchen diese vermindert oder vergrößert werden.

I. Die Versuche, wovon die Resultate in der folgenden Tabelle enthalten sind, wurden mit Röhren angestellt, welche $\frac{1}{8}$ Zoll im Durchmesser hielten.

A zeigt die Länge der einen von den beyden Säulen, die in einen und denselben Verbindungskreis gebracht wurden, nach Zollen an; B die Länge der andern Säule; C die Schlagweite in der Luft, wenn die elektrische Materie lieber durch die kürzeste Säule, und D, wenn sie lieber durch die längste Säule gieng. Die Ladung war bey jedem Versuche gleich, und so stark, als das Glas aushalten konnte; und ich gebe hier die Grenzpunkte an, innerhalb welcher die elektrische Materie einem der beyden Verbindungskreise vorzugsweise folgte.

A	B	C	D
10	1	2	1
5	1	$\frac{8}{10}$	$\frac{7}{8}$

Nahm ich eine Röhre weg, und verstattete der Ladung nur einen Verbindungskreis, so betrug die

größte Schlagweite durch eine fünf Zoll lange Säule $2\frac{1}{10}$ Zoll; durch eine zehen Zoll lange Säule, $1\frac{1}{2}$ Zoll.

Die vorhergehenden Resultate erhielt ich dann, wenn ich eine Wassersäule gegen die andere untersuchte. Folgendes sind die Resultate, die ich erhielt, wenn ich die Lufträume verglich, denen die Ladung den Vorzug gab, wenn einer von den Verbindungskreisen von Metall, das sich in Spitzen endigte, und der andere von einer Wassersäule gemacht wurde.

Der Durchmesser der Röhre betrug $\frac{1}{8}$ Zoll. A zeigt die Entfernung der Spitzen im Wasser an; B die Schlagweite, wenn die elektrische Materie dem Wasser den Vorzug gab; C die Schlagweite, wenn sie das Metall vorzog.

A	B	C
1	$1\frac{7}{10}$	$2\frac{1}{10}$
6	0	2
6	1	$2\frac{3}{10}$
9	0	$3\frac{1}{10}$

Wenn der Durchmesser der Röhre $\frac{1}{10}$ Zoll betrug, so wurden die Dräthe in dem Wasser einander bis auf $\frac{3}{10}$ Zoll genähert. In diesem Falle gieng die elektrische Materie lieber durch ihre größte Weite in der Luft, als durch das Wasser, wenn auch in diesem Verbindungskreise kein Luftraum gelassen worden war.

Betrug die Entfernung der Spitzen in dem Wasser $\frac{1}{2}$ Zoll, und war in dem nähmlichen Verbindungskreise kein Luftraum vorhanden, so gieng der Schlag lieber zwey Zoll weit durch die Luft, als durch das Wasser.

II. In der folgenden Tabelle sind die Entfernungen, welche die Ladungen bey zwey Verbindungskreisen vorzogen, zur Vergleichung angegeben. Bey dem einen wurden die Spitzen in dem Wasser einander bis auf die hell leuchtende Schlagweite, oder bis auf die Entfernung genähert, in welcher der Schlag

die

die Glasröhre zerbricht. In dem andern war die Verbindung vollkommen metallisch, bis auf den Luftraum, welcher den Widerstand anzeigte.

A zeigt die Entfernung der Spitzen im Wasser an; B ihre Entfernung in der Luft. Die Röhre hielt $\frac{1}{8}$ Zoll im Durchmesser.

A	B
$\frac{1}{2}$	$1\frac{2}{10}$
$\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{10}$

Die Röhre hatte $\frac{1}{10}$ Zoll im Durchmesser.

A	B
$\frac{3}{10}$	$1\frac{3}{10}$

Entfernt man die Spitzen über $\frac{3}{10}$ Zoll von einander, so läßt sich die Glasröhre durch keine Ladung zerbrechen.

III. Die leitende Kraft des Wassers läßt sich, wenn man sie nach der Expansivkraft der Ladung abmessen will, auf zweyerley Art untersuchen.

1) Kann man die Ladung durch Wasser durchführen, und alsdann die Ausdehnung, welche in einem Luftraume, der ein Stück von dem nähmlichen Verbindungskreise ausmacht, entsteht, abmessen.

Ich habe diesen Versuch unter sehr vortheilhaften Umständen für das Wasser angestellt, und gefunden, daß, wenn die Ladung durch ein Gefäß, welches mehrere Kannen Wasser in sich fassete, gegangen war, die Ausdehnung in dem Luftraume etwa den sechsten Theil von der betrug, welche erfolgte, wenn sich das Wasser gar nicht in dem Verbindungskreise befand.

2) Kann man die Ladung durch Wasser gehen lassen, und mit Hülfe des in Fig. 35. Taf. 2. gezeichneten Instruments die Ausdehnung des Wassers selbst untersuchen. Wenn die Spitzen etwa einen halben Zoll

von einander abstanden, und das Gefäß, worinnen sich das Wasser befand, ein Cylinder war von einem Zoll Höhe und Durchmesser, so betrug die durch den Schlag bewirkte Ausdehnung nicht über den vierzehnten Theil von der, welche eine eben so starke Ladung in einer eben so großen Luftmasse bewirkte.

IV. Folgende Tabelle enthält die Resultate von den Versuchen, wo ich die leitende Kraft des Wassers nach dem Rückstande der Ladungen abgemessen habe.

A deutet den Durchmesser der Röhre, worinnen das Wasser enthalten war, an; B die Entfernung der Spitzen in dem Wasser; C den Luftraum, der sich mit dem Wasser in einerley Verbindungskreise befand; D den Luftraum, durch welchen der Rückstand der Ladung schlug. Alle Zahlen beziehen sich auf Zolle, oder Theile derselben.

A	B	C	D
$\frac{1}{24}$	9	$3\frac{1}{2}$	$\frac{1}{11}$
$\frac{1}{24}$	9	$3\frac{1}{4}$	$\frac{1}{10}$
$\frac{1}{8}$	9	1	$\frac{1}{4}$
$\frac{1}{16}$	9	$1\frac{1}{2}$	$\frac{7}{10}$

Bey diesen Versuchen kommen einige Anomalien vor, die ich schlechterdings nicht vermeiden konnte. Wenn Sie diese jedoch genauer betrachten, so werden Sie finden, daß die Schlagweiten der ersten Ladungen gleich, und doch die Ueberreste derselben verschieden seyn können; oder daß ein und dieselbe Quantität elektrischer Materie nicht in allen Fällen nothwendig einerley Wirkungen hervorbringen müsse.

V. Noch wollen wir die leitende Kraft flüssiger Körper in Hinsicht auf ihre Oberfläche, oder die leitende Kraft einer dünnen Wasserschicht untersuchen.

1) Wenn man auf eine Glastafel einen Streifen mit Wasser macht, und dabey Sorge trägt, daß alle Theil-

Theilchen des Waſſers genau mit einander verbunden ſind, ſo wird eine beſtimmte Ladung über ein Stück von dem Streifen weggehen, welches dreymal ſo lang iſt, als der Luftraum, durch welchen die nähmliche Ladung von einer Spitze zu der andern geleitet werden kann.

2) Wird dieſer Streifen breiter gemacht, ſo, daß er eine Fläche von zehen Quadratzollen einnimmt, ſo zeigt ſich in Anſehung der Länge der Schlagweite keine Verſchiedenheit.

3) Wenn das Waſſer über $\frac{1}{2}$ Zoll Tiefe hat, ſo geht die Ladung nicht über eine ſolche Entfernung weg, als wenn es nur dünn aufgetragen iſt. Ich fand das Verhältniß ohngefähr wie eilf zu neun.

Bey den vorhergehenden Verſuchen wurden die metallenen Spitzen jederzeit auf die Oberfläche des Waſſers gelegt, und die Entladung wurde bloß dann für eine vollkommene angeſehen, wenn das Geräuſch und der Glanz des Funkens gerade eben ſo ſtark waren, wie in dem Falle, wenn die elektriſche Materie durch Luft gieng.

Zum Beſchluß meiner Verſuche über die leitende Kraft des Waſſers will ich noch darüber einige Unterſuchungen anſtellen, ob die verſchiedenen Endigungen der in das Waſſer getauchten metallenen Körper in Anſehung der Schlagweite Veränderungen hervorbringen, welche denen ähnlich ſind, die wir in der Luft wahrgenommen haben.

Dr. Prieſtley hat ſich vor mehrern Jahren ſehr mit dem Sterne beſchäftiget, welcher auf der Oberfläche des Waſſers erſcheint, wenn die Spitze, welche die elektriſche Materie fortleitet, gerade über dem leztern aufgehangen iſt. Bey genauerer Unterſuchung wird man finden, daß dieſe Figur aus mehreren Radien beſtehet, welche von dem Punkte aus, über welchem die Spitze aufgehangen iſt, divergiren, und daß ſie offenbar von dem Beſtreben der Ladung herrührt, wegen

des beträchtlichen Widerstandes, den sie gerade unter der Spitze antrifft, andere Wege zu wählen, wo der Widerstand geringer ist. Ich schloß daher, daß, wofern das Metall jeden Theil der Fläche, wo der Stern zu sehen war, berührte, der Uebergang der Ladung nothwendig erleichtert werden müßte, und daß die elektrische Materie in das Wasser lieber von einem flachen als spitzigen Körper schlagen würde. Dieß ist gerade das Gegentheil von dem, was sich in der Luft ereignet.

Versuch. Ich füllte zwey cylindrische gläserne Gefäße, deren jedes vier Zoll im Durchmesser hatte, und drey Zoll hoch war, mit Wasser. Der Boden des einen Gefäßes bestand aus einer Messingplatte; der Boden des andern hingegen aus einer nicht-leitenden Substanz, durch deren Mittelpunkt ein spitziger Drath hindurch gieng. Ich sorgte dafür, daß die Entfernungen zwischen den leitenden Stücken in beyden völlig einerley waren; ich brachte nähmlich vorher an die Oberfläche des Wassers in dem einen Gefäße eine Platte, und in dem andern eine Spitze. Hierauf behandelte ich beyde Gefäße nach der Vorschrift, die ich oben für den Gebrauch des in Fig. 31. gezeichneten Instruments gegeben habe. Hier fand ich nun nach wiederholten Versuchen, daß eine und dieselbe Ladung immer lieber durch das Wasser gieng, welches zwischen zwey Platten eingeschlossen war. Die Verschiedenheit des Widerstandes in beyden Gefäßen konnte jedoch eben nicht sehr beträchtlich seyn. Denn ich fand, daß die geringste Veränderung in Ansehung der Länge des Luftraumes, durch welchen die Ladung, nach ihrem Durchschlagen durch das Wasser, durchgieng, jedem Verbindungskreise den Vorzug verschaffte.

Bey den vorhergehenden Versuchen gab ich einigermaßen auch auf die Temperatur des Wassers Acht; denn ich bemerkte, daß Verschiedenheiten in Ansehung

dieses.

dieſes Umſtandes auch in Rückſicht der leitenden Kraft Veränderungen hervorbrachten. Gemeiniglich bemühete ich mich, dem Waſſer die Temperatur von 60° Fahrenheit zu geben. Das Verhältniß der verſchiedenen Temperaturen zu den leitenden Kräften giebt uns hinlänglichen Stoff zu weitern Nachforſchungen, und wer dieſen Gegenſtand weiter verfolgen will, der wird bald einſehen, wie viel Arbeit und Erfindungskraft erfordert werde, um unſern Apparat zu dieſer Abſicht gehörig einzurichten.

Als ich mehrere Verſuche mit ſiedendem Waſſer anſtellte, fand ich die leitende Kraft deſſelben ſo ſehr verſtärkt, daß ich kaum im Stande war, einen Schlag beym Durchgange durch dieſes erwärmte Medium leuchtend zu machen, wenn ich gleich die Spitzen der hineingehenden Dräthe faſt mit einander in Berührung gebracht hatte.

Wenn man die pulveriſirten Theilchen von nichtleitenden Subſtanzen unter Waſſer miſcht, ſo wird dadurch die leitende Kraft deſſelben nicht verändert. Schließt man ſolches Waſſer in einen ſehr geringen Raum ein, ſo verkleinern ſie den Raum, durch welchen die Ladung gehen kann. Dieſe Verſuche habe ich hauptſächlich mit feuchtem Sande angeſtellt. Wenn ich eine gewiſſe Quantität davon, die ich bis zur Dicke eines dicken Syrups angefeuchtet hatte, in eine Röhre that, die etwa ½ Zoll im Durchmeſſer hatte, ſo war der durch ihr gehende Schlag ſehr ſchwach, und betrug nicht den zehenten Theil von dem, welcher durch eine metalliſche Verbindung gieng.

Die Quantität von ſaurer und zuckerigter Materie, welche ſich in dem Safte der Bäume oder Pflanzen befindet, iſt insgemein ſo gering, daß ihre leitende Kraft die leitende Kraft des in ihnen enthaltenen Waſſers ganz und gar nicht übertrifft. Daher entſteht die Un-

möglichkeit, eine Ladung durch Zweige oder Aeste zu führen, ohne zugleich ihre verschiedenen Theile zu zerreißen, oder ohne die metallenen Spitzen bis zu einer Entfernung von einander zu bringen, die weit geringer ist, als die, durch welche die nähmliche Ladung in der Luft gehen würde. Denn in den Pflanzen und mehrern andern Vegetabilien läuft der Saft in Röhren, die so enge, als Haarröhrchen, sind, und das Wasser ist, wenn es in einem Haarröhrchen befindlich ist, so weit entfernt, eine Ladung durch sich durchgehen zu lassen, daß es kaum dann, wenn der Durchmesser der Röhre $\frac{1}{18}$ Zoll beträgt, zu einem Theile des Verbindungskreises dienen kann. Man muß hier bemerken, daß die feuchte Oberfläche der Zweige und Aeste, gleich unter der Rinde, die Schlagweite beträchtlich verlängert.

Aus den Resultaten unserer bisherigen Versuche, welche sich auf die leitende Kraft des Wassers beziehen, und den dabey vorkommenden Umständen, haben wir, dünkt mich, folgende Vortheile erhalten.

Erstlich haben wir dadurch ein Factum erklären gelernt, dessen besondere Eigenschaften die Aufmerksamkeit mehrerer Elektriker, insbesondere des Herrn Henley, auf sich gezogen haben, welcher diesen Gegenstand in den Philosophischen Transactionen sehr genau abgehandelt hat.

Wenn der Blitz die Masten der Schiffe getroffen hatte, so war die elektrische Materie immer über den Theil weggegangen, welcher mit einer Lage von Lampenruß und Oel bedeckt gewesen war. Dieses besondere Ereigniß kömmt gerade mit dem Umstande überein, daß die elektrische Materie ihren Weg lieber über eine feuchte Fläche, als durch ein Stück von feuchtem Holze nimmt. Die Schiffsmasten sind aus Tannenholze gemacht, welches, wenn es gleich mit Harz durchzogen ist, doch die geringste Feuchtigkeit, die darauf fällt, begierig ein-

einsaugt. Solche Feuchtigkeit aber wird durch einen Ueberzug von Oel auswendig erhalten. Daher muß der Blitz, wenn er nahe an eine solche Stelle kömmt, bey seinem Darüberhingehen weniger Widerstand finden, als wenn er sich mit Gewalt einen Weg durch die Haarröhrchen des feuchten Holzes bahnen soll.

Zweytens können wir durch die vorhergegangenen Versuche eine besondere Erscheinung erklären, welche sich zeigt, wenn der Blitz die Bäume zersplittert. In solchen Fällen wird die Rinde abgeschlagen, ja sogar von den kleinsten Aesten. Denn die elektrische Materie geht, vermöge der leitenden Kraft der feuchten Oberfläche unter der Rinde geleitet, über selbige weg, und bringt durch ihre Expansivkraft nothwendig die beschriebene Wirkung hervor.

Drittens; Bey einigen von den wenigen Fällen, wo ein Donnerwetter von Verwüstungen begleitet wurde, die ich zu untersuchen Gelegenheit gehabt habe, haben mich unmittelbare Augenzeugen versichert, daß es, im Augenblicke des Schlages so ausgesehen habe, als ob die ganze Oberfläche der Erde in Feuer stünde. Ich erklärte mir immer diese Erscheinung durch den Wiederschein des Blitzes, dessen Glanz durch die erschreckte Einbildungskraft natürlich noch vergrößert worden seyn mochte. In einem von diesen Fällen, versicherte mir jedoch ein Augenzeuge, daß der Boden von dem zuvor gefallenen Regen gänzlich überschwemmt gewesen wäre. Ich bin daher auf den Gedanken gekommen, daß der Blitz seinen Lauf über die feuchte Oberfläche genommen haben, und sein Glanz dem ähnlich gewesen seyn mochte, welchen man wahrnimmt, wenn die Ladung über feuchtes Glas geleitet wird.

Ich hätte Ihnen noch weit mehrere Versuche über die leitende Eigenschaft des Wassers bekannt machen können. Allein ich fürchte hierinnen bereits weiter gegangen zu seyn, als man bey öffentlichen Vorlesun-

leſungen eigentlich gehen ſollte. Auch muß ich geſtehen, daß viele von den Verſuchen, die ich in Ihrer Gegenwart wiederholt habe, mit mancherley verwirrenden Anomalien begleitet ſind, die von einigen verborgenen Mängeln unſeres dabey gebrauchten Apparates herrühren. Doch da ich Ihnen einmal den Weg vorgezeichnet habe, ſo werden ſie ihn hoffentlich mit glücklichem Erfolge weiter verfolgen können. Die Mängel, auf die Sie Rückſicht nehmen müſſen, beſtehen in Folgendem:

Erſtlich habe ich das Meſſen der Ueberreſte in den Flaſchen durch ihre Expanſivkraft nur dadurch bewerkſtelligt, daß ich ihre Schlagweiten gemeſſen habe.

Zweytens habe ich, in mehrern ſehr verſchiedenen Fällen, um die verſchiedenen Wirkungen, welche von der veränderten Größe der Röhren abhängen, zu beſtimmen, nur wenige Fälle unterſucht, und hierbey nicht auf die Expanſivkraft Rückſicht genommen. Ich hoffe, daß ein fleißiges Nachforſchen über den Gegenſtand, den ich jetzt Ihrer Aufmerkſamkeit empfehle, uns mit einigen allgemeinen Geſetzen des Widerſtandes, welchen das Waſſer der elektriſchen Materie leiſtet, bekannt machen werde.

Drittens habe ich bey meinen Verſuchen gemeiniglich einerley Ladung gebraucht. Man kann aber, dünkt mich, noch viel lernen, wenn man ſich verſchiedener Ladungen bedient.

Viertens ſind meine Verſuche über feuchte Flächen ſehr einſeitig. Man kann ſie, wie mich dünkt, ſehr verbeſſern, wenn man genauer auf die Quantität Rückſicht nimmt, und verſchiedene Quantitäten in den Verbindungskreis bringt, damit man den durch die Verſchiedenheit derſelben bewirkten Widerſtand genau meſſen könne.

Funf-

Funfzehnte Vorlesung.

Ueber die leitende Kraft der Geister.

Weingeist.

Bey Bestimmung der leitenden Kraft von dieser Flüssigkeit habe ich mich gerade der nähmlichen Methode bedient, nach welcher ich bey meinen Versuchen über das Wasser verfuhr.

I. Ich verglich die Schlagweiten der Ladung, wenn ich sie durch Säulen von verschiedener Größe gehen ließ, oder durch Röhren, die mit Weingeist angefüllt waren, und nicht einerley Länge und Durchmesser hatten.

A bedeutet die Entfernung der Spitzen in der Röhre; B die Größe des Luftraums, durch welche der Schlag gieng. Die Röhre hielt $\frac{1}{16}$ Zoll im Durchmesser.

A	B
1	$1\frac{1}{2}$
2	2
3	$1\frac{1}{2}$
4	$1\frac{1}{4}$

Beym ersten Versuche hatte der Funke bey der Entladung eine gelbliche Farbe. Er theilte sich ganz und gar nicht, und hatte keine Aeste. Bloß in dem ersten Versuche also konnte ich annehmen, daß der Funke mit ungetheilter Kraft übergieng; denn beym andern Versuche hatte der Funke jederzeit eine purpurrothe Farbe. Er hatte mehr das Ansehen eines Stromes, und wenn die Spitzen vier Zoll von einander abstanden, konnte man nur seine beyden Enden sehen. Die Röhre war $\frac{1}{6}$ Zoll stark.

A	B
1	$2\frac{1}{2}$
2	$1\frac{1}{4}$
3	$1\frac{1}{8}$

Die Röhre war $\frac{1}{4}$ Zoll dick.

A	B
1	$3\frac{1}{2}$
2	$2\frac{1}{4}$
3	$1\frac{3}{4}$

Ich stellte zwischen der leitenden Kraft des Weingeistes und des Wassers eine Vergleichung an; ich machte nähmlich zwey Verbindungskreise, und brachte in den einen eine mit Wasser gefüllte Röhre, und in den andern eine Röhre von der nähmlichen Größe, die ich mit Weingeist angefüllt hatte. In beyden betrug die Entfernung der leitenden Spitzen jederzeit einen Zoll.

A bedeutet die Schlagweite durch den Weingeist; B die Schlagweite durch das Wasser.

Röhre $\frac{1}{16}$ Zoll.

A	B
$1\frac{1}{4}$	2

Röhre $\frac{1}{8}$ Zoll.

1	2

Röhre $\frac{1}{4}$ Zoll.

$1\frac{1}{4}$	2

In den meisten von den vorhergehenden Fällen, wo die Entfernungen genau die waren, welche in der Tabelle angegeben sind, theilte sich der Funke in zwey Ströme. Der Strom, welcher durch den Weingeist gieng, war kaum zu sehen, der andere hingegen hatte eine

eine glänzende gelbe Farbe, und war von einem schwachen Knalle begleitet.

II. Wenn ich einen Schlag durch Weingeist gehen ließ, der auf Glas gestrichen war, so betrug die leuchtende Schlagweite nie über fünf Zoll in der Länge.

Machte ich auf der nähmlichen Glastafel zwey Verbindungskreise, nähmlich den einen von einem Strich Wasser, und den andern, $\frac{1}{4}$ Zoll davon, von einem Strich Weingeist, und zwar beyde von einerley Größe, so gieng der Schlag lieber mit hellem Glanze, über acht Zoll Wasser weg, als über $4\frac{1}{2}$ Zoll Weingeist.

III. A bedeutet die Entfernung, in welcher mit Weingeist gefüllte Röhren durch den Schlag zerbrechen (Brechweite); B die Schlagweite in dem Luftraume, wenn das Uebrige von dem Verbindungskreise Metall ist. Beyde Verbindungskreise werden zugleich vorgerichtet, und in dem, wo die Ladung durch Weingeist gehen muß, ist kein Luftraum befindlich.

Röhre $\frac{1}{10}$ Zoll.

A	B
$\frac{3}{10}$	2

Röhre $\frac{1}{8}$ Zoll.

$\frac{1}{4}$	2

Wenn nur ein Verbindungskreis vorgerichtet war, betrug die größte Entfernung, in welcher eine Röhre von $\frac{1}{8}$ Zoll Durchmesser zerbrochen wurde, $\frac{1}{10}$ Zoll.

IV. Ich maß den Rückstand in der Flasche, wenn der Schlag durch eine mit Weingeist gefüllte Röhre von $\frac{1}{10}$ Zoll Durchmesser gegangen war. Die leitenden Spitzen waren einen Zoll von einander entfernt, und die Schlagweite des Rückstandes betrug $1\frac{1}{2}$ Zoll. Der Rückstand bey einer eben so starken Ladung, die zuvor durch eine gleich große Wassersäule geführt worden war,

schlug

ſchlug durch einen Luftraum von $\frac{1}{7}$ Zoll. Die durch den erſten Rückſtand bewirkte Ausdehnung war beynahe dreymal größer, als die, welche der letztere hervorgebracht hatte.

V. Ich füllte eine Röhre, $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer, mit Weingeiſt. Die leitenden Dräthe in derſelben waren zehen Zoll von einander entfernt. Der Schlag, der durch dieſe Säule gieng, bewirkte nicht den funfzigſten Theil der Ausdehnung, welche ein eben ſo ſtarker Schlag bey einer metallenen Verbindung hervorbrachte.

War die Röhre mit Waſſer gefüllt, ſo betrug die Ausdehnung eher mehr; allein die Verſchiedenheit, welche ſich aus einer Vergleichung von mehrern Reſultaten ergab, war zu unbeträchtlich, als daß ſie ſich mit einiger Genauigkeit hätte angeben laſſen. Wenn ich die Ausdehnung, welche der Schlag in den Flüſſigkeiten ſelbſt hervorbrachte, zu meſſen verſuchte, konnte ich ebenfalls nur ſehr wenig Verſchiedenheit bemerken.

Bemerkungen.

1) Die Entfernung, in welcher die Röhre zerbricht, oder der Funke leuchtend erſcheint, (Brechweite oder leuchtende Weite, breaking or luminous diſtance) iſt allemal geringer, wenn man den Durchmeſſer der Röhre vergrößert. Dieß rührt zum Theil daher, weil man in dem einen Falle den Durchmeſſer von dem Medium, und in dem andern die Länge deſſelben vergrößert; zum Theil kömmt dieß aber auch daher, weil man auf dieſe Weiſe nothwendig die leitende Kraft verſtärken, und dieſe folglich in der größern Röhre einen Theil der Ladung unſichtbar und faſt unmerklich fortleiten muß. Je mehr aber dieſer Theil an Größe zunimmt, deſto geringer muß die Quantität von der elektriſchen Materie werden, durch deren Widerſtand

derstand und damit verbundene Ausdehnung das Glas zerbrochen wird. In der Folge werden wir noch sehen, daß einige saure Theilchen, die man dem Weingeiste beymischt, die nähmliche Wirkung hervorbringen, wie die Vergrößerung des Durchmessers der Röhre.

2) Die Resultate verändern sich zugleich mit der specifischen Schwere der Geister. Der, welcher dem reinen Alcohol am nächsten kömmt, ist der schlechteste Leiter. Gemeiniglich habe ich solchen Weingeist gebraucht, wie ihn die Drogisten verkaufen, und bey diesem habe ich in Ansehung seiner specifischen Schwere wenig Unterschied bemerkt.

Vitriolæther.

Der Aether, dessen ich mich bediente, schwamm auf Wasser, and war durch ein Alcali von aller Säure befreyt, die er etwa in sich enthalten haben mochte.

I. Durch Säulen von $\frac{1}{10}$ und $\frac{1}{8}$ Zoll im Durchmesser konnte ich keinen Schlag durchbringen, wofern ich nicht die leitenden Spitzen einander bis auf die Brechweite oder leuchtende Weite näherte.

II. A bedeutet die Brechweite im Aether; B, die correspondirende Schlagweite in der Luft, wenn zwey Verbindungskreise vorgerichtet waren.

Röhre $\frac{1}{10}$ Zoll.

A	B
$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{10}$

Röhre $\frac{1}{8}$ Zoll.

$\frac{1}{2}$	$1\frac{2}{10}$

Die größte Brechweite in einer Röhre von $\frac{1}{8}$ Zoll im Durchmesser betrug $1\frac{2}{10}$ Zoll.

III. ließ ich den Schlag durch eine gewisse Brechweite durchgehen, so betrug die größte auf diese Art bewirkte Ausdehnung etwa den vierten Theil von der, welcher die nähmliche Ladung in der Luft hervorgebracht haben würde.

Bemerkungen.

1) Bey den Versuchen über die Ausdehnung des Weingeistes sowohl, als des Aethers bilden sich Dämpfe, und die Temperatur wird verändert. Ich habe es daher für nöthig gefunden, jeden neuen Versuch mit frischen Ingredienzen zu machen.

2) Bey den Versuchen mit Wasser, Weingeist und Aether richtete sich die Ausdehnung keinesweges nach der Entfernung der leitenden Spitzen in dem Gefäße. Die Ausdehnung begann bey der größten leuchtenden Weite; sie nahm allmählig zu, so wie diese Entfernung vermindert wurde, bis sie ein Maximum erreicht hatte; dann nahm sie wieder ab, bis die Spitzen einander berührten. Mit andern Worten, wenn die Spitzen $\frac{3}{10}$ oder $\frac{1}{10}$ Zoll von einander abstanden, war die Ladung bey ihrem Uebergange leuchtend; allein bey beyden Entfernungen war die Ausdehnung geringer, als wenn die Spitzen $\frac{2}{10}$ Zoll entfernt waren.

Diese Verschiedenheit schreibe ich, bey der größten Entfernung, der Verminderung der Ladung zu, welche daher entsteht, weil einige Materie stillschweigend abgeleitet wird, oder abgeleitet werden würde, wenn die Ladung bey ihrem Uebergange nicht leuchtend wäre. Bey der geringsten Entfernung sehe ich die Verminderung für eine Wirkung von der zu großen gegenseitigen Annäherung der Dräthe an. Die besondere Art, auf welche letztere in diesem Falle wirken, werde ich in der Folge erörtern.

Sechs-

Sechszehnte Vorlesung.

Ueber die nicht leitende Kraft der Oele.

Nie wird ein Schlag durch Oele von irgend einer Art gehen, wofern man die leitenden Spitzen nicht bis auf die Entfernung, die ich die leuchtende oder Brechweite nenne, an einander gebracht hat. Unsere Hauptabsicht muß also dahin gehen, das Verhältniß zu erforschen, welches zwischen den Brechweiten und der Natur und dem körperlichen Inhalte der Oele statt findet. Lange wurden meine Versuche über diesen Gegenstand von sehr verführerischen Anomalien heimgesucht. Endlich fand ich, daß jede Verschiedenheit in Ansehung der Resultate vermieden werden könnte, wenn man auf folgende Umstände Rücksicht nähme.

1) Wenn man nicht beyde leitenden Spitzen in Oel taucht, so werden durch die Wirkung der Ladung, welche zugleich mit der an die Oberfläche stoßenden Luft mitwirkt, Dämpfe gebildet. Diese Dämpfe entzünden sich oft, und bringen in Ansehung der Temperatur des Gefäßes, und dessen, was darinnen ist, eine Veränderung hervor, wodurch ihre leitende Kraft wesentlich verstärkt wird.

2) Die Länge der Brechweite wird öfters dadurch vergrößert, daß sich kleine Luft- oder Dunsttheilchen an die Spitzen der leitenden Dräthe anhängen.

3) Jede Ladung ist nicht bloß mit einer Veränderung der Temperatur in dem Oel, sondern auch mit einer Sonderung einiger kohligen Theile begleitet, durch welche die elektrische Materie, von einem Theil-

chen zum andern nähmlich, weit leichter durchgeht, als durch vollkommen reines Oel.

4) Wenn die geringste Feuchtigkeit inwendig an dem Gefäße anhängt, so wird sie sich bald mit dem Oel vermischen, und die Brechweite vergrößern; diese wird nähmlich gemeiniglich zweymal, öfters sogar dreymal so lang werden, als sie gewöhnlich war.

Um nun den Unregelmäßigkeiten, welche aus den vorher angeführten Ursachen zu entstehen pflegen, zuvor zu kommen, müssen wir jederzeit Glasröhren gebrauchen. Lange bediente ich mich hölzerner Röhren bey meinen Versuchen, denen ich deswegen den Vorzug gab, weil sie nicht bey jeder Ladung zerbrachen, und weil ich die Oeffnung inwendig sehr genau abmessen konnte. Allein, wenn die Seiten des Gefäßes durchsichtig sind, können wir den geringsten Schmutz, der etwa in dem Oel befindlich seyn möchte, sehr leicht bemerken. Man darf auch das nähmliche Oel nie mehr, als einmal, gebrauchen; denn schon ein Schlag bringt die kohlige Materie hervor. Ueberdieß muß das Oel auch gut gekocht seyn, und man muß darauf sehen, daß es bey jedem Versuche immer einerley Temperatur habe.

A zeigt die Brechweite in Oel an; B, die correspondirende Schlagweite in der Luft, bey zwey Verbindungskreisen.

Baumöl.

Röhre $\frac{1}{16}$ Zoll.

A	B
$\frac{2}{16}$	$1\frac{2}{16}$

Röhre

Röhre $\frac{1}{8}$ Zoll.

A	B
$\frac{2}{10}$	$1\frac{8}{10}$
$\frac{1}{10}$	$2\frac{3}{10}$

Sassafrasöl.

Röhre $\frac{1}{8}$ Zoll.

A	B
$\frac{2}{10}$	3

In diesem Oel wollte der Schlag gar nicht durchgehen, wenn die Röhre $\frac{1}{10}$ Zoll im Durchmesser hielt.

Rosmarinöl.

In diesem Oel war, wenn die Röhre $\frac{1}{8}$ Zoll im Durchmesser hatte, die Schlagweite größer, als in irgend einem andern Oel.

In Ansehung der Ausdehnung dieses Oels beym Durchgange des Schlages aber zeigten sich so beträchtliche Abweichungen von der Regel, daß ich hierüber gar nichts Bestimmtes festsetzen konnte.

Bey meinen Versuchen mit diesem Oel habe ich immer für nothwendig befunden, es in hölzerne Gefäße einzuschließen; denn nichts anders widersteht der Gewalt der Explosion. Wenn der Durchmesser des hohlen Theils der Röhre $\frac{1}{2}$ Zoll betrug, und die Röhre $\frac{6}{10}$ Zoll lang war, bemerkte ich, daß die Ausdehnung in Leinöl etwa halb so stark war, als sie unter den nähmlichen Umständen in gemeiner Luft gewesen wäre. Untersuchte ich aber die inwendige Seite der Röhre, so fand ich immer, daß der Schlag über die innere Fläche weg, mithin nicht durch die Substanz des Oels gegangen war. Auch konnte ich keine andere Methode aus-

findig machen, dieſen Nachtheil zu vermeiden, als die, wenn ich die Höhlung des Gefäßes erweiterte und verlängerte. Allein in dieſem Falle wurde eine ſo große Maſſe von Oel erfordert, daß ſich die Ausdehnung in ihr völlig verlor. Bisweilen iſt jedoch die Gewalt ſo groß, daß ſie die größte Expanſivkraft der Luft zehenmal überſteigt. Dieſe ſeltene Erſcheinung ereignet ſich dann, wenn ſich das Oel entzündet, welches erfolgt, wenn es durch mehrere Schläge hinter einander erwärmt worden iſt, und man eine von den Spitzen, wie ich bereits erinnert habe, noch über die Oberfläche des Oels herauf gezogen hat.

Bemerkungen.

1) Wenn gleich Oele, in ihrem gewöhnlichen Zuſtande, oder nachdem man ſie einige Zeit der Atmoſphäre ausgeſetzt hat, keine elektriſche Materie anders, als leuchtend, durch ſich durchgehen laſſen, ſo iſoliren ſie doch ſehr unvollkommen. Ich habe oft belegte Glasflaſchen in eine gewiſſe Menge Leinöl getaucht, und der Strom der elektriſchen Materie gieng, wofern nähmlich der Cylinder hinlänglich groß war, weit geſchwinder in die Flaſchen hinein, als ſie das Oel von der inwendigen Seite des Glaſes nach der auswendigen abzuleiten vermochte, ſo, daß die Flaſchen bis zum Zerſpringen geladen werden konnten; ſo bald ich aber mit dem Drehen der Maſchine aufhörte, zerſtreuete ſich die Ladung augenblicklich. Herr Brooke meynte, die iſolirende Eigenſchaft des gedörrten Holzes dadurch bleibend zu machen, wenn er es in Oel kochte. Er ſetzte das Kochen einen ganzen Tag fort, und wenige Stunden nach dieſem Verfahren ließ ſich die Elektricität des Holzes erregen, und es iſolirte vollkommen gut; allein es zog ſo ſchnell Feuchtigkeit aus

der

der Luft ein, daß es nach weniger, als zwey Tagen, seine isolirende Eigenschaft völlig verloren hatte.

2) Der Grad des Widerstandes, welcher dem Durchgange der elektrischen Materie in Oelen geleistet wird, scheint mit ihrer specinischen Schwere in einiger Verbindung zu stehen. Rosmarinöl, in welchem die Schlagweite am größten ist, ist eins von den leichtesten, deren ich mich zu Versuchen bedient habe. Sassafrasöl hingegen ist das schwerste, und seine Schlagweite am geringsten.

3) Die leuchtende oder Brechweite im Weingeist und Aether nimmt zu, so wie der Durchmesser der Röhre, worinnen diese Substanzen enthalten sind, vermindert wird. Beym Oel fand der umgekehrte Fall statt. In dem einen Falle geht ein kleiner Theil unsichtbar durch, und nach dem Verhältniß der auf diese Weise verloren gegangenen Menge richtet sich die Verminderung der Stärke der Ladung, welche zum Zerbrechen des Glases erforderlich ist. Allein die Verminderung, die ich meyne, nimmt zugleich mit dem Durchmesser der Röhre zu, und daher entsteht die Verschiedenheit, die man bey den Versuchen wahrnimmt.

4) Die Kraft der Oele, den Durchgang des Schlages aufzuhalten, ist nach ihren Temperaturen verschieden. Die Brechweite wird länger, so wie die Wärme zunimmt. Allein man muß bemerken, daß der Schlag einer Batterie von hundert Flaschen nicht durch eine größere Oelmasse durchgehen wird, als der Schlag einer eben so stark geladenen einzelnen Flasche.

Siebenzehnte Vorlesung.

Ueber die nicht leitende Eigenschaft der Luftgattungen.

Bey meinen Versuchen mit Luft habe ich folgende Punkte vor Augen gehabt, auf die man Rücksicht nehmen muß.

1) Das Verhältniß, welches zwischen den verschiedenen Längen der Schlagweiten in der Luft und dem verschiedenen Grade der Ladung einer Fläche statt findet.

2) Die Verschiedenheiten dieses Verhältnisses in verschiedenen Luftarten, und die Verbindung der specifischen Schwere und Phlogistisirung der verschiedenen Luftgattungen mit ihrer leitenden Kraft.

3) Die Verschiedenheiten der Expansivkraft in den mancherley Luftgattungen, welche bey verschiedenen Graden der Ladung, und bey verschiedenen Längen der Schlagweiten bewirkt werden.

Ich hatte die Resultate von mehreren hundert Versuchen, die ich mit Rücksicht auf jene Punkte angestellt hatte, aufgezeichnet; allein wenn ich sie, zur genauern Prüfung, wiederholte, blieben mir nur wenige, die ich nicht wegen der häufigen Abweichungen unrichtig fand. Lange nach Anstellung dieser Versuche entdeckte ich, daß die Wirkung der Temperatur auf den Durchgang des Schlages weit größer sey, als ich je vermuthet hatte. Und da ich auf eine so beträchtliche Quelle von verschiedenen Erfolgen nicht Rücksicht genom-

nommen hatte, so bin ich nicht abgeneigt, dem Einflusse derselben jene großen Abweichungen, die ich wahrnahm, zuzuschreiben. Folgende Umstände kann ich Ihnen mit einiger Zuversicht als genau angeben.

1) Die Schlagweite in gemeiner Luft wird mehr als verdoppelt oder verdreyfachet, wenn man die Stärke der Ladung verdoppelt oder verdreyfachet. Mit andern Worten, wenn die elektrische Materie, beym Uebergange von einer Spitze zu einer andern, oder von einer Kugel von einem gegebenen Durchmesser zu einer andern von dem nähmlichen Durchmesser, über einen und einen halben Zoll mit funfzehen Gran Repulsion weggeht, so wird sie mit dreyßig Gran Repulsion über mehr, als drey Zoll, weggehen.

2) Die Schlagweite von irgend einer gegebenen Ladung ist in entzündbarer Luft größer, als in irgend einer andern Luftgattung. Am geringsten ist sie in dephlogistisirter kochsalzsaueren Luft. Die erstere ist die leichteste, und die letztere gehört unter die schwersten Luftgattungen. Allein es ist ausgemacht, daß die specifische Schwere nicht die einzige Ursache von dieser Verschiedenheit ist. Denn die Verschiedenheit des Widerstandes stand mit der Verschiedenheit des Gewichtes keinesweges im Verhältnisse. Die specifischen Schweren von entzündbarer, gemeiner und dephlogistisirten kochsalzsaueren Luft verhielten sich wie 1, 25. 1. 1,007.; allein die Schlagweiten der stärksten Ladung verhielten sich beym Durchgehen durch diese Luftgattungen wie 4, 3. 1, 25.

Der Widerstand der salpetersaueren Luft kam dem Widerstande der dephlogistisirten kochsalzsaueren Luft am nächsten.

Alle dephlogistisirte Luftgattungen widerstehen mehr, als gemeine Luft, und sind auch zugleich schwerer.

Allein in diesem Falle scheinen wieder die verschiedenen Grade des Widerstandes mit den Verschiedenheiten des Gesichts in keiner Verbindung zu stehen. Denn wenn sich die specifische Schwere der dephlogistisirten Luft zu der specifischen Schwere der gemeinen beynahe wie 14. zu 13 verhielt, so verhielten sich die Schlagweiten wie 4. zu 2, 25.

3) Mit einer einzigen Flasche, welche ohngefähr zwey Kannen hielt, und bis auf dreyßig Gran Repulsion geladen war, dehnte ich gemeine Luft so aus, daß sie zwey Pfund hob. Die bey diesem Versuche gebrauchte Luft betrug nicht mehr, als ein Unzenmaaß.

Ich bemerkte, daß zwey Flaschen ein zweymal so schweres, und drey Flaschen ein dreymal so schweres Gewicht hoben, als eine Flasche.

Die Schlagweiten in der ausgedehnten Luft haben auf die vorhergehenden Resultate Einfluß. Eine und dieselbe Ladung bringt eine dreymal so starke Expansion hervor, wenn der Schlag über drey Zoll, als, wenn er über einen Zoll weggeht.

Die Verschiedenheiten, welche von der verstärkten Capacität der ausgedehnten Luft abhängen, habe ich nicht bestimmt.

Bey verschiedenen Luftgattungen ist die Ausdehnung sehr verschieden. In dephlogistisirter Luft ist sie beträchtlicher, als in gemeiner. In entzündbarer Luft ist sie am unbeträchtlichsten. Merkwürdig ist es jedoch, daß zwey Explosionen hinter einander nicht leicht einerley Erfolg hatten. Dieß schreibe ich der Veränderung in Ansehung der leitenden Kraft, die etwa durch die erste Explosion bewirkt seyn mochte, zu.

Mehrere bey den vorhergehenden Versuchen vorkommende Umstände haben mich auf die Vermuthung ge-

Digitized by Google

gebracht, daß eine Beraubung von jeder beygemiſchten Feuchtigkeit auf die iſolirenden Eigenſchaften der verſchiedenen Gasarten keinen Einfluß habe. Das dephlogiſtiſirte kochſalzſauere Gas beſteht aus ſaueren Theilchen, und doch iſt ſeine leitende Kraft geringer, als bey irgend einer andern Gasart.

Bisweilen wurde, wenn wir mit ſalpeterſaurer Luft Verſuche machten, ihr zufälligerweiſe etwas gemeine Luft beygemiſcht, weshalb das Gefäß mit einem rothen Rauche angefüllt wurde, der aus Theilchen der ſalpeterſaueren Luft, die ſich von ihrer erſten Baſis getrennt haben, beſteht; allein dieſer Umſtand verlängerte die Schlagweite der Ladung keinesweges.

Wir können alſo ſchließen, daß eine feuchte Atmoſphäre dadurch die Wirkungen eines elektriſchen Apparates ſchwächet, daß ſie etwas von ihren wäſſerigen Theilchen auf die Oberflächen von unſern iſolirenden Geräthſchaften abſetzt, nicht dadurch, daß ſie ihre leitende Kraft eigentlich vermehrt. M,

Folgende Punkte können, wie ich glaube, hauptſächlich dazu dienen, von dem vorhergehenden Gegenſtande, d. i. von dem Verhältniſſe zwiſchen den verſchiedenen Luftgattungen, und ihren Eigenſchaften, die elektriſche Materie zu leiten, eine vollſtändigere Kenntniß zu erlangen, worüber ich Ihnen nur ſehr wenig **Beſtimmtes** zu ſagen im Stande geweſen bin, und Sie werden daher auf dieſe Punkte Ihre Aufmerkſamkeit gewiß nicht ohne Nutzen richten.

1) Eine vollſtändige genaue Beſtimmung der Verbindung zwiſchen den Temperaturen und den leitenden Kräften der Luft.

2) Das Geſetz, nach welchem die Expanſivkraft der Luft abnimmt, wenn ihre Capacität verſtärkt wird.

3) Wie

3) Wir müssen untersuchen, ob alle Luftgattungen einerley Expansivkraft besitzen, und ob ihre Schlagweiten einerley sind, wenn man ihre specifische Schwere durch Compressionsmaschinen gleich macht.

4) Würde nicht eine Kenntniß von den verschiedenen Formen der leitenden Substanzen an ihren Enden, von denen der elektrische Schlag bey gleichen Entfernungen in verschiedenen Luftgattungen ausgeht, viel zur Berichtigung unserer Kenntnisse in Ansehung dieses Gegenstandes beytragen?

Zum Beyspiel, wenn wir den Durchmesser von der Kugel wüßten, von welcher eine gegebene Ladung in entzündbarer Luft eben so leicht übergienge, als von einer Spitze zu einer andern in gemeiner Luft, bey zwey Verbindungskreisen zugleich, würde uns dieß nicht sehr viel helfen, um die Verschiedenheit ihrer leitenden Kraft bestimmen zu können, wenn wir nähmlich die Grundsätze anwendeten, vermöge deren wir in dem vorhergehenden Theile dieser Vorlesungen die Wirkungen der Spitzen, Kugeln und ebenen Flächen in Ansehung der Schlagweiten erklärt haben?

Achtzehnte Vorlesung.

Ueber die leitende Kraft der Säuren.

Die mineralischen Säuren kommen in Ansehung ihrer leitenden Kraft den Metallen am nächsten.

Sie sind die einzige flüssige Materie, das Quecksilber ausgenommen, welche die elektrische Materie durch ein Haarröhrchen leitet; doch tritt nie ein Fall ein, wo

wo sie nicht einigen Rückstand der Ladung zurücklassen sollten. Läßt man den Schlag durch Säulen von ihnen durchgehen, welche einige Zoll im Durchmesser halten, so siehet man aus dem Lichte und dem Schall der Explosion deutlich, daß ihre leitende Kraft von der Beschaffenheit ist, daß sie entweder die Quantität, oder die Wirkung (das Moment) der elektrischen Materie bey ihrem Uebergange sehr vermindert.

Ich habe meine Untersuchungen bloß auf die Vitriolsäure eingeschränkt, weil ich durch mehrere Gründe überzeugt worden bin, daß sie von der Salpetersäure und Kochsalzsäure nur sehr wenig abweicht.

Die Hauptschwierigkeit, die ich erfahren habe, war, die Säuren in die Röhren zu bringen. Bey Haarröhren bewirkte ich es dadurch, daß ich das eine Ende derselben in die Säure steckte, und an dem andern Ende mit dem Munde saugte. Wenn die Säure die gehörige Höhe erreicht hatte, verstopfte ich die untere Oeffnung, und verschloß dann beyde Oeffnungen mit Nadeln, die ich zuvor in Wachs getaucht hatte. Beträgt der Durchmesser der Röhre über $\frac{1}{8}$ Zoll, so muß man erst einen spitzigen Drath in das untere Ende hineinstecken, und die Röhre sodann dadurch fest verstopfen, daß man da, wo der Drath in die Röhre hineingeht, die Oeffnung noch mit etwas geschmolzenem Wachse verklebt. Alsdann kann man die Säure ohne Schwierigkeit in die Röhre hineingießen.

I. War die Röhre ein Haarröhrchen, und standen die leitenden Spitzen zehen Zoll von einander ab, so ließ sich nur ein kleiner Theil der Ladung durch die Säure treiben, so daß der Schlag über $\frac{1}{10}$ Zoll in der Luft weg gieng.

Der

Der vorhergehende Verſuch war mit einer Flaſche von ohngefähr zwey Kannen gemacht worden. Stellte ich ihn mit der Ladung von zwey ſolchen Flaſchen an, ſo konnte ich, in Anſehung der Wirkung, keine Verſchiedenheit bemerken.

Bey zwey Verbindungskreiſen zugleich gieng der Schlag lieber durch die größte Weite in der Luft, als durch die Säure, wenn auch alle leitende Dräthe in ihrem Verbindungskreiſe einander vollkommen berührten.

War die Haarröhre zwanzig Zoll lang, ſo ließ ſich gar keine Ladung durchführen; und wenn ſie bis auf funfzehen Zoll verkürzt wurde, ſo gieng nur ein ganz kleiner Theil davon durch, und man konnte deutlich bemerken, wie viel dieß Schwierigkeit hatte.

War die Röhre $\frac{1}{8}$ Zoll ſtark, und ſtanden die Spizzen in der Säure zwölf Zoll von einander ab, ſo betrug, bey nur einem Verbindungskreiſe, die Schlagweite in der Luft $2\frac{1}{2}$ Zoll.

Bey zwey Verbindungskreiſen zugleich betrug die Schlagweite in der Luft

durch { die Säure einen Zoll / die Säure einen halben Zoll.

durch { Metall zwey Zoll / Metall einen und einen halben Zoll.

Hatte die Röhre $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmeſſer, ſo gieng die Ladung, bey jeder Entfernung der leitenden Spizzen in der Säure, über einen eben ſo großen Luftraum, als bey einem metallenen Verbindungskreiſe; allein Glanz, Schall und Richtung des Funkens waren offenbar Beweiſe von geſchwächter Wirkung.

Bey einer Röhre von $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer ſah der Funke beym Entladen ſehr wenig oder gar nicht anders aus, als beym vorigen Verſuche.

II. Die

II. Die gröſste leuchtende oder Brechweite bey einem mit Vitriolsäure gefüllten Haarröhrchen beträgt zwey Zoll.

Hielt die Röhre $\frac{1}{8}$ Zoll im Durchmeſſer, ſo betrug die Länge der Brechweite $\frac{1}{8}$ Zoll. In einer jeden andern Röhre von einem gröſsern Durchmeſſer ließ ſich das Glas nicht zerbrechen, noch der Funke leuchtend machen.

III. Bey Haarröhren bringt der Schlag, wenn er durch Luft geht, keine merkliche Ausdehnung hervor.

War die Röhre $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer, ſo betrug die hervorgebrachte Ausdehnung etwa den neunten Theil von der, welche von einer gleich ſtarken Ladung beym Durchgange durch Metall bewirkt wurde.

IV. Wenn man einen Streifen, $\frac{1}{8}$ Zoll breit, mit Vitriolsäure auf Glas zeichnet, ſo wird dieſer einen Schlag über ſiebenzehen Zoll hinweg leuchtend fortleiten.

Macht man aus zwey ähnlichen Streifen, von denen der eine mit Säure, der andere mit Waſſer gezeichnet iſt, zwey Verbindungskreiſe, ſo wird der Funke lieber über zwölf und einen halben Zoll Säure leuchtend weggehen, als über ſechs Zoll Waſſer.

Das Verdünnen der Säure mit Waſſer verſtärkt die leitende Kraft, im Fall man gerade ſo viel Säure als Waſſer genommen hat. Iſt aber die Quantität des Waſſers um vieles gröſser, ſo wird die leitende Kraft geſchwächt, aber nie ſo ſehr, daß ſie der leitenden Kraft des Waſſers allein völlig gleichkommen ſollte.

Was

Was ich so eben von der Wirkung des Verdünnens gesagt habe, ist nur dann wahr, wenn die Säure in eine Röhre eingeschlossen, oder die Ladung durch sie hindurch geführet wird. Denn ist die Säure auf eine nicht leitende Substanz aufgestrichen, und geht folglich die Ladung über die Oberfläche weg, so vermindert die geringste Verdünnung die Schlagweite. Ich machte zwey Verbindungskreise; in einem von ihnen befand sich ein Streifen von reiner Säure, und in dem andern ein gleicher Streifen, von Säure, die mit einem Drittheil Wasser, dem Gewichte nach, verdünnt worden war; in diesem Falle gieng die Ladung lieber über neun Zoll von der concentrirten, als über sieben Zoll von der verdünnten Säure weg. Diese Verschiedenheit war jedoch nur bey zwey Verbindungskreisen zugleich zu bemerken; denn bey einem war die Schlagweite mit einer gerade eben so starken Ladung bey beyden völlig einerley. In Absicht auf den Schall und das Licht des Funkens aber konnte man einen merklichen Unterschied wahrnehmen.

Man muß bemerken, daß, wenn die Quantität der concentrirten sowohl, als der verdünnten Vitriolsäure bey diesen Versuchen vergrößert wurde, die elektrische Materie alsdann durch die Substanz des Streifens gieng, und die Entladung nicht so vollkommen war.

Neunzehnte Vorlesung.

Ueber den Widerstand von festen nicht leitenden Körpern.

Um Ihnen von den einzelnen Theilen von folgendem Instrumente einen hinlänglichen Begriff zu geben,

geben, muß ich Ihnen die Umstände, welche bey einem bereits beschriebenen Factum vorkamen, wieder in das Gedächtniß zurück rufen. *)

Fig. 43. Taf. 2.

ABCD ist ein cylindrisches gläsernes Gefäß, zwey Zoll im Durchmesser, und drey Zoll hoch. Es ist an beyden Enden offen, und mit Pech gefüllt. EF ist ein Drath, welcher längst der Achse des Cylinders hingeht. Man bringt ihn, wenn das Pech noch heiß ist, in diese Lage. Die Spitze desselben reicht gerade so weit herunter, daß sie mit dem Rande des Cylinders in gleicher Linie zu stehen kömmt. Den Körper, durch den die Ladung geführt werden soll, bringt man an die Spitze F, und macht ihn in dieser Lage fest, indem man die untere Seite des Pechs ans Feuer hält, bis sie anfängt zu schmelzen, und in diesem Zustande die eine zuvor sorgfältig getrocknete Seite des Körpers darauf legt. Bringt man nun, nach einer solchen Vorrichtung, EF in den Verbindungskreis, so wird der Schlag durch den an die Spitze befestigten Körper gehen, und die Stärke, welche er unter diesen Umständen haben kann, wird mit seinem Widerstande oder seiner nicht leitenden Kraft im Verhältnisse stehen.

A bedeutet die Dicke des nicht leitenden Körpers, welcher durch eben die Ladung durchbohrt wurde, die bey zwey Verbindungskreisen erforderlich war, um durch B zu schlagen, das den correspondirenden Luftraum anzeigt.

Schell.

*) S. 61. 62.

Schellack.

A	B
$\frac{2}{20}$	3
$\frac{3}{20}$	Keine Ladung wollte

durch diese Dicke des Schellacks durchgehen.

Glasplatte.

A	B
$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{8}$
$\frac{2}{20}$	2
$\frac{3}{20}$	Durch diese Dicke

schlug die stärkste Ladung, welche die Flasche aushalten konnte.

Schwefel.

A	B
$\frac{1}{20}$	$1\frac{1}{8}$
$\frac{6}{20}$	$3\frac{1}{8}$

Wachs.

A	B
$\frac{4}{20}$	$1\frac{1}{8}$
$\frac{5}{20}$	$2\frac{7}{8}$

Bemerkungen.

1) Aus den vorhergehenden Versuchen erhellet, daß Schellack unter allen nicht leitenden Substanzen den größten Widerstand leistet. Wenn wir nun noch erwägen, daß es die Feuchtigkeit bey weitem nicht so leicht anzieht, als Glas, so werden wir ihm gewiß vor allen andern isolirenden Körpern den Vorzug geben müssen.

2) Ich habe gefunden, daß zwischen den verschiedenen Sorten Glas, mit denen ich Versuche gemacht habe, ein Unterschied statt findet; allein ich habe ihn nicht mit Genauigkeit bestimmen können.

3) Bey

3) Bey meinen Versuchen mit Schwefel wurde ich oft durch die Höhlungen, welche sich, während seiner Crystallisation, inwendig bildeten, hintergangen. Ich suchte diese dadurch los zu werden, daß ich den geschmolzenen Schwefel in eine Form goß, und beym Erkalten desselben, ein Gewicht oben darauf legte. Hier findet aber doch immer noch in Ansehung des Schwefels ein ~~nothwendiger~~ Umstand statt, welcher mit der Wirkung des Wassers auf solche Körper überein kömmt, bey denen das Wasser in ihrer Mischung latent wird. Hat man Schwefel geschmolzen, so wird er, wegen seines Crystallisations-Wassers außerordentlich flüssig. Setzt man das Erhitzen noch weiter fort, so verdunstet das Wasser, und der Schwefel nimmt eine Dichtigkeit an, die er auch in dem stärksten Feuer behält, bis er verflüchtigt ist. In diesem Zustande habe ich mir umsonst Mühe gegeben, seine leitende Kraft zu untersuchen; denn bis jetzt habe ich noch keine Methode ausfindig machen können, die wässerigen Theilchen beym Abkühlen des Schwefels abzuhalten. Sobald er eine gewisse Temperatur erreicht hat, absorbirt er Feuchtigkeit von allem, was nur mit ihm in Berührung kömmt, wird eben so flüssig, als das Wasser selbst, und crystallisirt sich sodann.

4) Sie werden bemerken, daß die Erscheinungen der elektrischen Materie bey ihrem Uebergange in allen vorhergehenden Fällen immer die nämlichen bleiben. Nichtleitende Körper werden zerrissen oder zerbrochen. Der Schlag ist an der Stelle, wo der Bruch erfolgt, leuchtend, und in der Flasche bleibt kein Rückstand. Kurz, alle Umstände beweisen, daß Körper, in denen sich Elektricität erregen läßt, von ihr nicht durchdrungen werden können.

Zwanzigste Vorlesung.

Ueber den Widerstand solcher Körper, welche unvollkommene oder Halbleiter sind.

Unter diesen verstehe ich solche Körper, welche der elektrischen Materie nicht, wie isolirende Substanzen, Widerstand leisten, sondern die einen kleinen Theil von einer gewissen Ladung durch sich durchlassen, und doch einen Riß bekommen, oder eine Trennung ihrer Theile erleiden, wenn die ganze Ladung durch sie durchgeht.

Guajac- oder Franzosenholz.

Dieses Holz ist der beste Halbleiter. Es isolirt zwar nicht, allein es widersteht der möglichst stärksten Ladung, wenn es $\frac{1}{8}$ Zoll stark ist. Ehe es die Eigenschaft zu isoliren erlangte, mußte es so stark, als die weichen Hölzer, gebacken werden, in denen die größte Schlagweite von dem ganzen Schlage noch einmal so viel betrug, als in diesem Holze.

Meiner Meynung nach kömmt diese besondere Eigenschaft daher, weil es schwerer ist, von dem Gummi, das sich in diesem Holze befindet, alle Feuchtigkeit weg zu bringen, als von den lockern Fasern, in denen die Feuchtigkeit bey andern Holzarten enthalten ist.

Ich fand es kaum möglich, mit einiger Genauigkeit den Widerstand des gebackenen Holzes anzugeben, weil das Feuer, wenn es die Feuchtigkeit austrieb, so viel kleine Cellen und Risse zurück ließ, welche, bey verschiedenen Versuchen, große Verschiedenheiten in Ansehung der Schlagweiten hervorbringen mußten.

Diese

Diese Eigenschaft wird, wie man leicht denken kann, von den Umständen, in Rücksicht deren sich die Kohle von dem gebackenen Holze unterscheidet, sehr verändert. In dem gebackenen Holze ist noch alles Gummi, oder doch wenigstens ein großer Theil davon vorhanden. In der Kohle hingegen verbrennt alles, was ausdünsten kann, und die Bestandtheile, auf denen das Zusammenhängen der Theile des Holzes hauptsächlich beruht, verfliegen ganz; daher muß die Kohle eine mit sehr vielen unendlich kleinen Cellen oder Höhlungen versehene Substanz seyn, welche den Durchgang einer eben so feinen Flüssigkeit, als die Elektricität ist, noch mehr begünstigen müssen, als wenn die Cellen von dieser Substanz mit nicht leitenden Ingredienzen angefüllt sind.

Dr. Priestley und andere berühmte Elektriker haben die leitende Kraft der Kohle der leitenden Kraft der Metalle gleich geachtet. Es giebt in der That einige Umstände, in welchen sie dieser Eigenschaft sehr nahe kömmt, und diese traten bey ihren Versuchen ein; denn gemeiniglich maßen sie die Länge eines Funkens, welcher auf ein Stück Kohle, das sie glatt gefeilet hatten, und mit der Hand einem gewöhnlichen Leiter näherten, schlug. Ihre Angabe war also mehr einseitig, als nicht genau; denn sie werden bald sehen, daß die Kohlen noch kaum so gute Leiter sind, als in den meisten Fällen die Säuren; in einigen Fällen übertreffen zwar jene die letztern, allein in allen Fällen stehen sie doch den Metallen weit nach.

Versuche.

Ich füllte Röhren von verschiedenen Durchmessern mit ganz fein gestoßener sehr trockener Kohle. Sodann verglich ich die Längen der Schlagweiten, wenn

eine gegebene Ladung lieber durch die Kohle, als durch einen Verbindungskreis von Metall gieng, mit den verschiedenen Lufträumen, welche den metallenen Verbindungskreis unterbrachen. A bezeichnet die Schlagweite durch Kohle; B den Luftraum in dem metallenen Verbindungskreise. Die Röhre hielt $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, und die Entfernung der leitenden Spitzen in der gepülverten Kohle betrug vier Zoll.

A	B
0	1
$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$
$1\frac{7}{8}$	2
$2\frac{7}{8}$	3

Bey nur einem Erschütterungskreise betrug die größte Schlagweite von der stärksten Ladung, die das Glas aushalten konnte, durch die Kohle $4\frac{1}{4}$ Zoll, und durch das Metall $3\frac{1}{4}$ Zoll. Die Röhre hielt $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser, und die Entfernung der leitenden Spitzen in der Kohle betrug vier Zoll.

A	B
0	$1\frac{1}{2}$
1	$1\frac{7}{8}$
$1\frac{1}{2}$	2

Die größte Schlagweite bey einer Ladung, wie sie in den vorhergehenden Versuchen gebraucht worden war, betrug durch die Kohle $2\frac{1}{8}$ Zoll, und durch das Metall 3 Zoll.

Man muß bemerken, daß, wenn die leitenden Spitzen einander in der Kohle bis auf einen Zoll genähert wurden, der Schlag leuchtend durch die Substanz der Kohle gieng, und dann auch durch einen Luftraum in dem nähmlichen Verbindungskreise mit fast eben so viel

Glanz

Glanz und Knall schlug, als wenn die ganze Verbindung durchaus aus Metall bestanden hätte. Der Luftraum, wodurch der Verbindungskreis bey diesem Versuche unterbrochen wurde, war $\frac{1}{5}$ Zoll kleiner, als er würde gewesen seyn, wenn man die Kohle weggenommen hätte.

Eben so verschieden fielen die Resultate aus, wenn ich den Schlag über einen Streifen von gepülverter Kohle weggehen ließ, der einen halben Zoll breit und $\frac{1}{8}$ Zoll dick war, und über eine trockene Glastafel weg gieng. Die Farbe wurde immer matter, und der Schall immer schwächer, wenn ich den Streifen verlängerte. Betrug die Entfernung zwischen den leitenden Spitzen siebenzehen Zoll, so erschien der ganze Streifen glänzend gelb, wenn der Schlag über ihn weggieng. Wurden die leitenden Spitzen bis auf zwanzig Zoll von einander entfernt, so hatte der Schlag ein schwaches gelbes Licht, und der Knall desselben war kaum zu bemerken.

Folgende Versuche wurden in der Absicht angestellt, um die Verschiedenheit zwischen der leitenden Kraft der Kohle und der Vitriolsäure zu zeigen.

A zeigt die Länge der Schlagweite durch die Säure an, und B durch die Kohle, bey zwey Verbindungskreisen. Der Durchmesser der Röhren, in denen jene beyden Ingredienzen enthalten waren, betrug $\frac{1}{4}$ Zoll, und die Entfernung der leitenden Spitzen 4 Zoll.

A	B
$1\frac{1}{4}$	1
$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$
$1\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{2}$
2	$1\frac{3}{4}$
$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$

In allen den vorher angegebenen Entfernungen theilte sich die elektrische Materie in zwey Ströme; allein der, welcher durch die Säure gieng, war bey weitem der lauteste und glänzendste.

Erden, Laugensalze, Metallkalke, erdige, alcalinische und metallische Neutralsalze sind alles Halbleiter; allein noch habe ich nicht finden können, daß eine von diesen Substanzen, sie mochte auch noch so trocken seyn, zum Isoliren tauglich gewesen wäre. Die Verschiedenheiten von ihren leuchtenden Schlagweiten sind beträchtlich; allein wenn der Schlag durch Röhren geht, die mit ihnen angefüllet sind, zerbricht das Glas nie.

Die Verschiedenheiten sind merkwürdig, welche sich in Ansehung der leitenden Kraft des Wassers zeigen, wenn es mit Neutralsalzen gesättigt wird.

Gesättigte Auflösungen von Salpeter, Seesalz, und Salammoniack leiten die Ladung eben so, als wenn man Wasser dem Gewicht nach halb mit Vitriolsäure vermischt hätte.

Die leitende Kraft des Wassers wird sehr verstärkt, wenn man es mit Eisenvitriol, oder mit kochsalzsauerem oder essigsauerem Gewächslaugensalze vermischt. Allein diese Eigenschaft, die man an solchen Auflösungen wahrnimmt, erreicht doch bey weitem nicht den Grad, den man bey dem Vorhergehenden bemerkte. Wenn Laugensalze, Erden oder Kalke, wenn Weinsteinrahm oder Luftsäure mit Wasser vermischt wird, so habe ich eben nicht finden können, daß seine leitende Kraft in irgend einer Rücksicht verstärkt worden wäre.

Die beträchtlichere Wirkung des Seesalzes, Salpeters u. s. f. kann etwa, wie mich dünkt, von der zu großen Menge Säure herrühren, die man gemeinig-

niglich in ihren salzigen Mischungen findet, und von der verminderten Anhänglichkeit an die alkalinische Basis, welche, wie wir mit Grunde annehmen können, in vielen Fällen durch das bloße Hinzuthun von Wasser bewirkt wird.

Ich habe gesagt, daß sich Halbleiter vorzüglich darinnen von vollkommenen Nichtleitern unterschieden, weil sie zum Isoliren völlig untauglich wären. Allein dieß kann nicht gegründet seyn, wenn Herr Volta recht hat. Dieser behauptet nähmlich, daß solche Halbleiter in gewissen Fällen besser isoliren, als Glas und andere vollkommen elektrische Körper. *) Er unterstützt seine Behauptung durch folgenden Versuch.

Wenn man eine metallene Scheibe, die an drey seidenen Schnüren hieng, ladete, und dann auf eine andere ähnliche unisolirte Scheibe, die aus Marmor, trockenem Holze oder dünnem Wachse bestand, setzte, so konnte man folgendes bemerken:

1) Wenn man die Scheiben, nachdem sie sich mehrere Stunden berührt hatten, von einander trennte, so

*) Wenn ich gleich Herrn Volta's Abhandlung bloß aus den Auszügen, die uns Adam's, Cavallo und andere daraus geliefert haben, kenne, so darf ich doch wohl kühn behaupten, daß er nie die Meynung geäußert haben könne, die ihm der Verfasser hier in den Mund legt, da sie seinen Ideen über diese und ähnliche Gegenstände ganz entgegen ist. Er sagt vielmehr offenbar das Gegentheil, nähmlich daß solche Körper weniger isoliren, als vollkommen elektrische Körper, und daß sie gerade dieses Umstandes wegen die Capacität eines mit ihnen in Berührung gebrachten leitenden Körpers, d. i. sein Vermögen, Elektricität aufzunehmen, verstärken.

A. d. U.

fond man die metallene Scheibe jederzeit geladen. Daraus, meynt er, folge, daß der Marmor, das Holz u. s. f. wie isolirende Körper wirkten, wenn sie auch so lange mit der Erde in vollkommener Verbindung stünden. *)

2) Wurden die Halbleiter, deren man sich bey dem vorhergehenden Versuche bedient hatte, durch Füße von Glas oder Siegellack isolirt, so gab die metallene Scheibe, nach einer Berührung von wenigen Minuten, bey der Trennung kein Zeichen von Elektricität.

3) Bestanden die Scheiben, auf die man die metallene Scheibe gesetzt hatte, aus Glas, oder irgend einem andern vollkommen elektrischen Körper, so erfolgte gerade das, was sich vorher ereignete, wenn die Halbleiter isolirt wurden. **)

Die beyden letztern Umstände sollten, dächte ich, Herrn Volta bewogen haben, das Eigene jenes Versuchs von etwas anderem, als von dem Isoliren, her zu leiten. Denn wenn er mit Recht aus jenen Erscheinungen schließen kann, daß Holz, Marmor, u. s. f. isolirende Substanzen seyen, so könnte ein anderer mit dem nähmlichen Rechte schließen, daß Glas ein Leiter sey, denn bey dem Versuche zerstreuet es offenbar das, was die andern Substanzen zurück halten. ***)

Herr

*) Solche Körper leisten nämlich dem Durchgange der elektrischen Materie wenigstens einigen Widerstand, wie auch der Verfasser selbst zugiebt. A. d. U.

**) In beyden Fällen nähmlich wird das Elektrisiren durch Vertheilung gehindert. A. d. U.

***) Der Ungrund dieses Einwurfs ergiebt sich schon aus dem, was ich vorher S. 185. erinnerte. A. d. U.

Herr Volta nennt dieß elektrische Paradoxen, und um ihnen den Charakter des Geheimnißvollen, den er ihnen beygelegt hat, zu erhalten, bemüht er sich, zu beweisen, daß jene Erscheinung von den Erscheinungen seines Elektrophors ganz verschieden seyen. Ich habe jene Versuche oft wiederholt, und noch einige Umstände bemerkt, welche der Aufmerksamkeit des Herrn Volta entgangen zu seyn scheinen.

1) Die nahmhaft gemachten Erscheinungen erfolgten nicht eher, als wenn die Oberfläche des Holzes fast gebacken, oder mit einer dünnen Lage von Wachs überzogen war. *) In diesem Zustande aber kann ich nicht finden, in wiefern dieser Apparat von einem gewöhnlichen Elektrophor unterschieden seyn soll, der nicht ganz die gehörige Einrichtung erhalten hat.

2) Bey Marmor war es, um nach der Trennung von der metallenen Scheibe Zeichen von Elektricität wahrzunehmen, nicht nöthig, daß die Scheibe vorher geladen wurde. In diesem Falle wird also die Elektricität, die man wahrnimmt, hervorgebracht, und rührt folglich nicht daher, weil die Elektricität durch den Marmor, als eine isolirende Substanz, nicht durchgehen kann, sondern von der Verbindung zweyer verschiedenen Substanzen. **)

Wenn man, während beyde Scheiben vereinigt sind, zwischen der metallenen und einem Theile der mar-

*) Wenn das Holz sehr feucht ist, mithin die elektrische Materie allzusehr leitet, können freylich jene Wirkungen nicht erfolgen. A. d. U.

**) Allerdings wird hier durch Reiben, Berühren, oder auf irgend eine andere Art Elektricität erregt, dieser muß aber doch der Marmor soviel Widerstand leisten können, daß sie nicht sogleich in die Erde abgeleitet werde. A. d. U.

Digitized by Google

marmornen Scheibe, der von ihr nicht berührt wird, eine Verbindung macht, so wird man, nach der Trennung keinen Funken wahrnehmen. *) Mit andern Worten, das Gleichgewicht, das zwischen der obern Fläche und den innern Theilen der Halbleiter gestört war, wird auf diese Weise wieder hergestellt, gerade wie bey dem Elektrophor und der Leidner Flasche.

Meiner Meynung nach geschieht die Wirkung bey dem ganzen Versuche auf folgende Weise:

Wenn die Halbleiter und die metallene Scheibe mit einander verbunden werden, so können sie mehr elektrische Materie festhalten, als wenn sie getrennt sind. Die elektrische Materie also, die vorher die Scheibe umgab, wird jetzt durch die Wirkung einer neuen Anziehungskraft festgehalten, und kann folglich durch die anliegenden Halbleiter nicht fortgehen, sondern ihr Widerstand unterstützt vielmehr die Anziehungskraft. Werden aber beyde Körper getrennt, so findet keine Anziehungskraft mehr statt, und die elektrische Materie befindet sich wieder in dem Zustande, in welchem sie vor der Verbindung war. Hat man Glas oder einen andern elektrischen Körper gebraucht, so ist die Ladung der Scheibe der Erregung nicht angemessen, ein Körper müßte denn sehr dünn seyn; daher wirkt keine neue Anziehungskraft, und die elektrische Materie, welche die Scheibe umgiebt, wird bald durch die mancherley leitenden Körper, die beständig in der Luft schwimmen, fortgeleitet.

Die

*) Das Berühren der Metallscheibe ist es, was hier die Wirkung nothwendig schwächen muß. Alle Elektricität aber wird man ihr, wenn man auch so verfährt, wie der Verfasser angiebt, auf keine Weise entziehen können. A. d. U.

Die Ursache, weshalb auf eine zweyte Berührung kein zweyter Funke folgt, ist leicht einzusehen. Die elektrische Materie, welche die Scheibe, nachdem sie geladen worden ist, umgiebt, ist zu Folge einiger Grundsätze, die ich bereits aus einander gesetzt habe, die Ursache von einer neuen Anziehungskraft, welche entsteht. Wird also, nach der Trennung der Scheiben, diese Materie weggenommen, so fehlt einer zweyten Verbindung gerade der Umstand, welcher bey der ersten hauptsächlich wirksam war; mithin kann man bey einer zweyten Verbindung nicht anders Zeichen von Elektricität wahrnehmen, als wenn man eine von den Scheiben aus einem vollkommenen elektrischen Körper verfertigt; denn hier kann schon das bloße Berühren, ohne alle andere Mittheilung, Elektricität hervorbringen. *)

Eine Betrachtung der bey dem vorigen Versuche vorkommenden Umstände führte Herrn Volta auf die Erfindung des Condensators.

Wenn beyde Scheiben einander berühren, kann man kaum eine Spur von Elektricität wahrnehmen. Und doch ist ein sehr lebhafter Funken von der metallenen Scheibe eine unausbleibliche Folge ihrer Trennung. Hauptsächlich merkwürdig ist es, daß man diesen lebhaften Funken erhält, wenn man den Scheiben bloß die Elektricität von einer fast erschöpften, oder einer sol-

*) Was man oben den von dem Elektrophor und Elektricitätsverdoppler vom Verfasser gegebenen Erklärungen vorwerfen konnte, dieß gilt auch von dieser. Sie ist unzureichend und mangelhaft, welches mir gewiß Jeder zugestehen wird, der weiß, wie leicht und genugthuend sich diese und ähnliche Erscheinungen mit Hülfe der Theorie von den elektrischen Wirkungskreisen erklären lassen. A. d. U.

Digitized by Google

solchen Leidner Flasche mitgetheilt hat, deren Ladung kaum bemerkt werden kann. Daher hat man geschlossen, daß durch die geringe Menge elektrischer Materie, die man auf die vorherbeschriebene Art mittheilt, auf der Scheibe eine weit größere Menge gesammelt oder verdichtet werde.*) Die Wichtigkeit von diesem Factum leugne ich ganz und gar nicht; allein ich bin fest überzeugt, daß man es unrichtig als ein Verdichten, oder eine vermehrte Anhäufung der elektrischen Materie angesehen hat. Der Irrthum ist daher entstanden, weil man nicht den gehörigen Unterschied macht zwischen der Erscheinung einer und derselben Menge elektrischer Materie, wenn sie von einer Glasfläche, oder wenn sie von einem Luftkörper ausgeht. In dem einen Falle ist es ein kleiner Strom, welcher aus mehrern schnell auf einander folgenden sehr kleinen Funken besteht, in dem andern hingegen geht die ganze Menge auf einmal über, und fällt also nach dem Urtheile des Auges oder des Ohres nothwendig weit größer aus. Zum Beweis, daß der Funke nicht aus mehr elektrischer Materie besteht, als was aus der Flasche wirklich in die Scheibe übergieng, darf man nur den Funken wieder in die Flasche bringen; er wird alsdann eben so unbeträchtlich scheinen, als anfangs. Wenn man einen Funken aus einem acht Fuß langen und zehen Zoll im Durchmesser haltenden, völlig geladenen Leiter, mittelst eines Ausladers, auf eine sehr kleine Glasfläche schlagen läßt, so ist er kaum zu bemerken; bringt man ihn aber wieder in die Umstände zurück, in welchen er sich vor der Vereinigung mit dem Glase befand,

*) Keinesweges; sondern man nimmt nur an, daß die Capacität der Scheibe, Elektricität aufzunehmen, verstärkt werde. A. d. U.

befand, d. h. verbreitet man ihn wieder durch einen Luftkörper, ſo wird er auf einen leitenden Körper unter der Geſtalt eines ſehr lebhaften Funkens überſchlagen.

Ein und zwanzigſte Vorleſung.

Ueber die leitende Kraft der Metalle.

Wie ſehr die Metalle alle andern Körper in Hinſicht auf leitende Kraft übertreffen, läßt ſich aus mehrern Verſuchen, die ich Ihnen bereits gezeigt und unterſucht habe, leicht darthun. — Beſtändig haben wir die Schlagweiten und die Expanſivkraft der Ladung, bey ihrem Durchgange durch Waſſer, Weingeiſt u. ſ. f., mit den Schlagweiten und der Expanſivkraft der nähmlichen Ladung verglichen, wenn ſie einem metalliſchen Verbindungskreiſe den Vorzug gab.

Zwiſchen der leitenden Kraft verſchiedener Metalle findet ein ſo unbeträchtlicher Unterſchied ſtatt, daß man auf kleine und unſichere Verſchiedenheiten der Reſultate, die man bey Verſuchen mit kleinen Stücken von jenen Körpern wahrnimmt, nicht mit einiger Zuverläßigkeit bauen darf.

So weit es das Ohr und das Auge zu beurtheilen vermag, ſo iſt der Knall des Schlages und der Glanz des Funkens gleich ſtark, er mag durch Bley, Eiſen, Kupfer oder Queckſilber ꝛc. gehen.

Brachte ich einerley Metall von verſchiedener Größe zu gleicher Zeit in zwey Verbindungskreiſe, ſo, daß ſich die Quantität des einen zu der Quantität des andern etwa wie 20 zu 30, oder 40 zu 1 verhielt, ſo ließ ſich bey der Vergleichung zwiſchen den Schlagweiten kein Unterſchied bemerken.

Ich

Ich machte meine Versuche mit Queckſilber; davon brachte ich einen Theil in ein ſehr feines Haarröhrchen, und den andern in eine Röhre, die $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer hatte. Allein der Schlag gieng jederzeit durch beyde gleich leicht, ob ich gleich die Schlagweiten in jedem Verbindungskreiſe von einem halben Zoll bis zu vier Zollen veränderte.

Dennoch zeigen folgende Verſuche, daß die elektriſche Materie, ohngeachtet die Metalle alle andern Körper in Anſehung der leitenden Kraft ſo ſehr übertreffen, beym Durchgehen durch ſelbige Widerſtand findet, welcher ſehr beträchtlich iſt, wenn ſich die Metalle unter gewiſſen Umſtänden befinden.

1) In einen von den beyden Verbindungskreiſen brachte ich einen $\frac{1}{27}$ Zoll ſtarken Drath, der 36 Fuß lang war, und dehnte ihn bis zu ſeiner ganzen Länge aus, in den andern hingegen brachte ich einen Drath, der $\frac{1}{5}$ Zoll ſtark, und einen Fuß lang war. Nach einer ſolchen Vorrichtung nun gieng eine gegebene Ladung lieber durch den dicken Drath, und $\frac{7}{8}$ Zoll in der Luft, als durch den dünnen, obgleich bey ihm kein Widerſtand, den ausgenommen, den er ſelbſt leiſtete, vorhanden war. Wickelte ich den dünnen Drath auf, und brachte ihn dann in den Verbindungskreis, ſo ließ ſich der vorher angegebene Unterſchied nicht bemerken.

2) Ich brachte funfzehen Fuß Meſſingdrath, $\frac{1}{10}$ Zoll ſtark, und vollkommen ausgeſpannt, in den einen Verbindungskreis, in den andern hingegen ein Stück Eiſendrath, einen Fuß lang, und $\frac{1}{7}$ Zoll ſtark. Eine gegebene Ladung gieng lieber durch den letztern, und $\frac{3}{4}$ Zoll in der Luft, als durch den erſtern.

Sollten Sie Gelegenheit und Neigung haben, über dieſen Gegenſtand weitere Unterſuchungen anzuſtellen, ſo können Ihnen, dünkt mich, die vorher angege-

geführten Thatsachen eine sichere Methode an die Hand geben, die Verschiedenheit der leitenden Kraft bey verschiedenen Metallen zu bestimmen. Sie dürfen nur sehr dünne Dräthe von beträchtlichen Längen in zwey verschiedene Verbindungskreise bringen. Man sollte zu diesen Versuchen immer Dräthe, wenigstens sechszig bis neunzig Fuß lang, und $\frac{1}{10}$ Zoll im Durchmesser gebrauchen. Dann würde man, wie ich gar nicht zweifle, beträchtliche Verschiedenheiten wahrnehmen können, und zwar nicht bloß in Ansehung der Schlagweiten, sondern auch in Rücksicht auf die Expansivkraft von jeder gegebenen Ladung.

Zwey und zwanzigste Vorlesung.

Ueber den Einfluß der Verdünnung auf die leitende Kraft der Körper.

Der Widerstand, welchen jeder Körper der elektrischen Materie bey ihrem Durchgange leistet, nimmt zugleich mit der Entfernung zu, bis zu welcher seine Bestandtheile entweder durch die Aufhebung des gegenseitigen Druckes, oder durch den Einfluß einer zurückstoßenden Kraft von einander getrennt werden.

Bringt man Wasser, Weingeist oder Aether in ein Toricellisches Vacuum, so stoßen sich die verschiedenen Theile dieser Substanzen einander ab; sie nehmen Luftgestalt an, und unterscheiden sich, in Hinsicht auf den elektrischen Schlag, unter einerley Umständen, von der Luft nur sehr wenig. Auf gleiche Art scheint die leitende Kraft der Säuren verloren gegangen zu seyn, wenn sie durch eine Vermischung mit brennbaren Körpern ihren flüssigen

Zustand, in einen gasartigen verändert haben. Sie lassen dann die elektrische Materie nicht anders, als leuchtend, durch sich durch, und ihre Schlagweiten sind in mehrern Fällen geringer, als die Schlagweiten der Luft. Hierüber habe ich fast gar keinen Zweifel; und doch kann ich nicht durch Versuche beweisen, daß sie in diesem Zustande isolirende Substanzen seyen. Denn es ist kaum möglich, zu verhindern, daß sich nicht ihre saueren Theilchen an den Seiten der Gefäße, in denen sie sich befinden, etwas verdichten sollten, und die geringste Verdichtung trägt sehr viel dazu bey, eine allmählige Entladung der elektrischen Materie zu bewirken.

Es ist ein von den Naturforschern angenommener Satz, daß ein unvollkommenes Vacuum ein guter Leiter der Elektricität sey. Dieser Satz ist sehr allgemein ausgedrückt. Er ist nicht nur nicht genau, sondern sogar falsch. — Wirklich scheint aus folgenden Versuchen zu erhellen, daß, jemehr sich ein Vacuum seiner Vollkommenheit nähert, oder je mehr die Theilchen von irgend einer Materie von einander entfernt werden, desto größer ihr Widerstand sey.

Ich füllte eine vierzig Zoll lange Röhre mit gereinigtem Queckſilber. Wenn ich diese Röhre umkehrte, so war das Vacuum in ihrem obern Theile zwölf Zoll lang, und hierinnen konnte ganz und gar nichts, was der elektrischen Materie Widerstand zu leisten vermöchte, vorhanden seyn, als etwa die Dämpfe, die vielleicht von der dem Queckſilber beygemischten Luft oder Feuchtigkeit erzeugt seyn mochten.

Demohngeachtet gieng eine gegebene Ladung lieber durch einen halben Zoll in der freyen Luft, als durch dieses Vacuum. Die Enden der leitenden Dräthe waren in beyden Verbindungskreisen gleich weit von einander entfernt.

Ich

Ich ließ nunmehr so viel Luft in das vorher beschriebene Vacuum hinein, als ein Zoll von der Röhre enthielt. Allein diese Quantität Luft widerstand, nach ihrer Ausdehnung, der Ladung mehr als eine zweymal so große Quantität im gewöhnlichen Zustande der Verdichtung. Ließ ich zwey Zoll Maaß in das Vacuum, so leistete sie drey und ein halb mal mehr Widerstand, als im gewöhnlichen Zustande.

Sie werden bemerken, daß bey den vorhergehenden Versuchen jeder Umstand dem Durchgange der elektrischen Materie durch das unvollkommene Vacuum sehr günstig war. So war es z. B. insbesondere die Feuchtigkeit an den Wänden des Glases, und die Abwesenheit von jedem Einflusse, wodurch die Ladung hätte bewogen werden können, einen Theil ihrer Kraft nach einer seitwärts gehenden Richtung zu verwenden.

Meiner Meynung nach können wir mit Sicherheit schließen, daß der Widerstand immer mehr und mehr zunimmt, je mehr sich das Vacuum einem vollkommenen nähert; denn dieses kann, wie mein Bruder bewiesen hat, von der elektrischen Ladung gar nicht durchdrungen werden.

In Folgendem finden Sie eine Nachricht von seinem Versuche.

Fig. 44. Taf. 2.

B ist eine Röhre, funfzehen Zoll lang. Sie ist mit Queckſilber angefüllt, welches zuvor mit vieler Genauigkeit und Sorgfalt in der Röhre gekocht worden ist, bis in selbigem nichts mehr von Luft oder Feuchtigkeit enthalten seyn kann. Das eine Ende ist hermetisch versiegelt, und das andere in Queckſilber in dem Gefäße H umgekehrt. Die Röhre wird, vermittelst eines in der messingenen Kappe D befindlichen Loches, durch welches sie bey E durchgeht, aufrecht erhalten.

Fünf Zoll von der Röhre, von dem obern Ende derselben heruntenwärts gemessen, sind mit Stanniol bedeckt. C ist ein Ventil, welches so an die messingene Kappe angebracht ist, daß es leicht mit einer Luftpumpe verbunden werden kann. Der dünne Eisendrath F dient zu einer Verbindung zwischen dem Queckſilber in dem Gefäße und der messingenen Kappe. Alle einzelnen Theile von diesem Apparate sind verkittet, und so ist alles völlig luftdicht gemacht. Ist der hohle Theil des Gefäßes H völlig von Luft leer gemacht, so fällt das Queckſilber, wenn es gut gekocht ist, nicht sogleich. Seine Adhäsion an dem Glase ist so stark, daß man, um sie zu überwältigen, die Röhre beträchtlich schütteln muß.

Hat man auf diese Weise ein Vacuum erhalten, so bringt man den belegten Theil der Röhre an einen geladenen Leiter. Wenn nun die Röhre ein Medium enthielt, welches im Stande wäre, die elektrische Materie fort zu leiten, so würde man ihr Uebergehen von der inwendigen Seite der Röhre durch eine Lichterscheinung wahrnehmen, und wenn diese Wirkung einige Zeit fortgesetzt worden wäre, eine Erschütterung fühlen, wenn man den Stanniol mit der messingenen Kappe verbände. Allein während des Umdrehens auch der stärksten Elektrisirmaschine kann man auch nicht das mindeste Licht in der Röhre bemerken, und überhaupt findet man an dem ganzen Apparate so ganz und gar keine Spur von Elektricität, als wenn jeder Theil desselben vollkommen isolirt gewesen wäre.

Nun fülle man aber die Röhre mit ungekochtem Queckſilber, und verfahre übrigens ganz wie zuvor. Jetzt kann man sehr deutlich ein grünes Licht inwendig durch die Röhre gehen sehen, und die Ladung, die man der äußern Seite mittheilt, wird endlich so stark, daß sie durch das Glas durchdringt und es zerbricht.

Man

Man könnte den vorhergehenden Versuch auch auf folgende Art verändern:

Statt einer geraden Röhre könnte man eine gekrümmte nehmen, deren perpendiculäre Höhe wenigstens dreyßig Zoll betrüge. Ein Vacuum, das man nach dem Kochen des Queckſilbers in einer ſolchen Röhre hervorgebracht hätte, würde an jedem Ende mit einem leitenden Körper verſehen ſeyn, und wir wären auf dieſe Weiſe in den Stand geſetzt, zu entdecken, ob eine elektriſche Ladung durch irgend eine Länge von einem vollkommenen Vacuum gehen, oder ob die überflüßige Menge elektriſcher Materie auf der einen Seite eines geladenen Glaſes, mit Hülfe eines jeden Medium nach der andere hingeleitet werden könnte. Bey der Leidner Flaſche iſt die Anziehungskraft von den Theilchen, auf die ſie wirkt, entfernt; und ich kann nicht einſehen, warum ſie nicht, bis auf eine gewiſſe Weite, eben ſo gut durch ein Vacuum, als durch einen dazwiſchen liegenden elektriſchen Körper wirken ſollte.

Drey und zwanzigſte Vorleſung.

Anwendung der Lehre von der Anziehung auf die Verſchiedenheit der leitenden Kraft verſchiedener Körper.

Fig. 45. Taf. 2.

A B ſtellt eine Fläche vor, welche einen Theil ihrer natürlichen Elektricität verloren hat; C D, die correſpondirende poſitiv geladene Fläche; E F G H endlich eine Subſtanz, welche beyde Flächen verbindet, und ihre natürliche Elektricität beſitzt.

† Vrgl. Fremery im Bulletin.

Es ist leicht einzusehen, daß, nach der Entladung, A B dasjenige, was ihm fehlte, von der überflüßigen elektrischen Materie in C D zugeführt worden seyn muß; dieß ist nähmlich aus einer Lage in die andere gebracht worden, entweder durch die Anziehungskraft von E F G H, oder dadurch, daß eine gleich große Menge der natürlichen Elektricität von E F G H fortgetrieben wurde, deren Stell jene aus C D entwichene elektrische Materie einnahm, diese fortgetriebene Menge wieder den zunächst liegenden Theil elektrischer Materie fortstieß, und so immer weiter fort, bis das Gleichgewicht völlig wieder hergestellt worden war. Auf diese Weise habe ich Ihnen diese Wirkung überall in meinen Vorlesungen erklärt. Es ließ sich jedoch leicht darthun, daß die Erklärung eben so genau ausgefallen seyn würde, wenn ich die Idee weiter verfolgt hätte, daß, bey einer Entladung, gerade die nähmliche Quantität, welche an der positiven Seite einer Leidner Flasche angehäuft worden, der negativen Seite durch leitende Medien zugeführt werde.

Es lassen sich aber in Hinsicht auf E F G H noch mancherley Fälle denken, deren genauere Erörterung uns in den Stand setzen wird, mehrere bey den vorhergehenden Versuchen vorkommende Verschiedenheiten zu erklären.

Erster Fall.

Wir wollen annehmen, E F G H bilde eine Linie oder einen sehr schwachen Cylinder elektrischer Theilchen von einerley Quantität mit der überflüssigen elektrischen Materie in C D.

1) Hieraus erhellt, daß die ganze Linie oder der ganze Cylinder erst entfernt werden müsse, ehe die Ladung übergehen könne. Ferner erhellt daraus, daß die Anziehung, vermöge deren die Theilchen an E F G H an-

anhängen, geringer seyn müsse, als die, welche zwischen der positiven und negativen Seite statt findet. Werden aber alle Bestandtheile von irgend einer Substanz entfernt, so ist die Folge davon eine wirkliche Zersetzung. Wenn also der Uebergang der elektrischen Materie von einer wirklichen Zersetzung begleitet wird, so können wir, dünkt mich, diese Wirkung dem vorgehenden Zusammentreffen von Umständen zuschreiben.

2) Man sieht hieraus, daß, wenn die Anziehung von E F G H so beschaffen ist, daß sie nur einen Theil von der elektrischen Materie, die ihr als ihr natürlicher Antheil gehört, behält, die Ladung, welche übergeht, im Verhältniß zu der Größe dieses Theils, klein seyn muß.

3) Die Kraft (das Moment), womit ein Theilchen ein zunächst liegendes fortstößt, nimmt ab, so wie die Anziehungskraft zunimmt, vermöge deren jedes für sich bestehende Theilchen an seiner Basis anhängt. Wenn man eine Fläche von einer gewissen Materie auf eine andere Fläche, die aus einer andern Materie besteht, legt, so wird sich die Wirkung einer Kraft, welche zur Bewegung der einen von den Flächen gebraucht wird, ganz nach dem Anhängen der verschiedenen Theile jener Flächen an einander richten. Können wir nun nicht hieraus mit Zuverläßigkeit den Grund herleiten, weshalb die Expansivkraft, welche hervorgebracht wird, wenn eine Ladung durch einen gewissen Körper durchgeht, weit geringer ist, als die, welche sich äußert, wenn die nähmliche Ladung durch einen andern Körper durchgeht, der ein schlechterer Leiter ist?

Zweyter Fall.

Wir wollen jetzt annehmen, daß der Raum der durch E F G H angedeutet wird, mehr elektrische Ma-

terie enthalte, als die überflüßige Menge in C D beträgt, oder daß die Theilchen, welche innerhalb eines gewiſſen gegebenen Theils davon liegen, wenn ſie fortbewegt werden, eine hinlängliche Menge gehen laſſen, um den Mangel zu erſetzen, ſo erhellt hieraus folgendes:

1) Man ſieht hieraus, daß zu Hervorbringung der gänzlichen Entfernung der in E F G H befindlichen Menge elektriſcher Materie, die überflüßige elektriſche Materie, die wir in C D angenommen haben, beträchtlich vermehrt werden müſſe. Daraus ergiebt ſich, warum ein metalliſcher Körper von einer gewiſſen Größe eine Ladung, ohne zu ſchmelzen, durch ſich hindurch gehen läßt, die doch einen andern Körper von der nämlichen Größe ſchmelzt, und warum man in allen Metallen einerley Wirkungen bloß dadurch hervorbringen kann, daß man die Quantität der elektriſchen Materie, die man auf ſie wirken läßt, verändert.

2) Wenn die Quantität und Anziehung der Theilchen in E F G H weit beträchtlicher iſt, als die Quantität und Anziehung der überflüßigen Elektricität in C D, und der Kraft, vermöge deren jene Elektricität ſich beſtrebt, das Gleichgewicht wieder her zu ſtellen, ſo wird alsdann die Ladung entweder gar nicht, oder wie durch einen ſchlechten oder Halbleiter durchgehen, bis man Mittel angewendet hat, ihre Kraft ſtärker zu machen, als die Kraft von E F G H iſt. Daher laſſen ſich, wenn die leitenden Spitzen in Aether, Weingeiſt oder Waſſer eine gewiſſe Weite von einander abſtehen, geringe Ladungen nur ſehr ſchwach und in kleinen Quantitäten durch jene Subſtanzen hindurch leiten; ſtarke Ladungen aber gehen vollkommen und mit der größten Gewalt durch ſie durch. Mit andern Worten, der Widerſtand, den zwey Flaſchen, die bis

auf

auf funfzehen Gran Repulsion geladen sind, nicht überwältigen können, wird sehr leicht von einer einzigen Flasche, die auf dreyßig Gran Repulsion geladen ist, überwältigt.

3) Folgendes scheint mir eine Eigenschaft der elektrischen Anziehung zu seyn. Wenn man irgend einer gegebenen Substanz die Hälfte von ihrer natürlichen Elektricität entzieht, so wird die Elektricität, die ihr noch bleibt, mit der Kraft zurückgehalten, welche zuvor die ganze Menge anzog; oder wenn man der Zahl nach die Hälfte von den Theilchen weggenommen hat, so ist die Tenacität, vermöge deren jedes zurückgebliebene Theilchen an seiner Basis fest hängt, gerade noch einmal so stark, als vorher. Dieß kömmt ganz mit dem überein, was in der Chemie statt findet. In dieser Wissenschaft nähmlich lehrt die Erfahrung, daß, so wie zwey Ingredienzen dem Punkte der Sättigung nahe kommen, so auch die Schwierigkeit, sie mit einander zu verbinden, zunimmt; und wieder umgekehrt, daß sich der kleinste Theil von zwey Ingredienzen, die von einander getrennt werden sollen, mit der größten Schwierigkeit trennen läßt.

Wenn wir nun den Grundsatz, den ich jetzt als wahr voraussetzen kann, zulassen, so können wir, dünkt mich, die Ursache einsehen, weshalb in vielen Fällen die Menge elektrischer Materie, welche der Kraft einer einzigen Flasche widersteht, nicht bewegt werden kann, und wenn man auch ähnliche gleich stark geladene Flaschen bis ins Unendliche vermehrte.

Die Quantität und Adhäsion der elektrischen Materie in E F G H soll zum Beyspiel gleich 20, die Ladung einer einzelnen Flasche hingegen gleich 10, oder von der Beschaffenheit seyn, daß ihr schon die Hälfte von dem Widerstande in E F G H, welcher durch 20 angedeutet worden ist, das Gleichgewicht halten kann.

Eine zweyte Flasche nun, die man der erstern beyfügen könnte, würde in Hinsicht ihrer Wirkung gleich 5, eine dritte gleich $2\frac{1}{2}$, eine vierte endlich gleich $1\frac{1}{4}$ seyn. Ja die Flaschen würden immer noch einen ihrer Kraft angemessenen Widerstand finden, wenn man die Zahl derselben auch bis ins Unendliche vergrößern wollte.

Dritter Fall.

Jetzt wollen wir annehmen, daß ein kleiner Theil von E F G H eine Quantität elektrischer Materie enthalte, welche der überflüßigen Menge in C D gleich wäre. Hieraus folgte denn, daß die Entladung alsdann geschehen würde, wenn dieser kleine Theil entfernt worden wäre, so, daß er die Stelle des nächsten, und dieser wieder die Stelle des darauf folgenden eingenommen hätte, und sofort, bis ans Ende von E F G H, und daß die Kraft der überflüßigen Menge in C D, gegen ihren correspondirenden Mangel, größer seyn müßte, als die Anziehung, vermöge deren jeder von den nach und nach fortbewegten Theilen von E F G H an seiner Basis festgehalten wurde.

1) Ist die Anziehung nicht unendlich klein, so muß die Schwierigkeit, die Ladung durch E F G H durchgehen zu lassen, zunehmen, so wie man E F G H verlängert. Dieß war der Fall bey der Kohle und andern Körpern, mit denen wir Versuche gemacht haben.

2) Ist die Anziehung von E F G H so beschaffen, daß sie, wenn ein Theil elektrischer Materie von einem kleinen Stück von E F G H weggetrieben worden ist, auf den Ueberrest mit der Kraft wirkt, welche anfangs die ganze Menge festhielt, so muß man, um den Uebergang der Ladung zu erleichtern, nothwendig den Theil von E F G H vergrößern, auf den zuerst gewirkt wurde.

Fig.

Fig. 46. Taf. 2.

Wenn in der Linie E F 16 Theilchen enthalten sind, und eine Kraft von fünfen vier forttreiben kann, allein um acht fortzustoßen, eine Kraft von 25 erfordert wird, so muß in dem Falle, da man eine Kraft, gleich zehen, acht Theilchen forttreiben lassen will, die Wirkung gegen die doppelte Länge von E F gerichtet werden; denn alsdann werden die hinzugesetzten vier mit eben der Leichtigkeit fortgetrieben, als die ersten vier von E F. Dieß ist der Fall beym Wasser, Weingeist ꝛc. Denn wenn eine doppelte Gewalt eine Ladung, die durch eine sehr enge Röhre geht, nicht beträchtlich verstärkt, so wird hingegen die Ladung, sobald man den Durchmesser der Röhre erweitert, mit der größten Leichtigkeit durchgeführt.

3) Wir wollen annehmen, die Ladung sey dem Forttreiben der Theilchen von einem gewissen gegebenen Stück von E F G H angemessen, so bringen wir es dahin, daß zur Entladung eine geringere Kraft erfordert wird, wenn wir einen Körper mit ins Spiel bringen, der seine natürliche Elektricität der Kraft (dem Moment) der Ladung leichter überläßt, als E F G H. Daher muß nothwendig, wenn wir Säure mit Wasser, oder Wasser mit Weingeist vermischen, die Schlagweite vergrößert werden, und überhaupt jeder Umstand eintreten, wodurch ein leichterer Uebergang der elektrischen Materie angedeutet wird.

Vierter Fall.

Jetzt wollen wir annehmen, daß die eigenthümliche elektrische Materie von E F G H nicht ohne eine gleichzeitige Bewegung in Ansehung ihrer übrigen Bestandtheile entfernt werden könnte; in einem solchen Falle müßte denn, wie man leicht einsieht, die Ladung,

vor

vor ihrem Uebergange, zwey Kräfte zu überwältigen haben; die Kraft nähmlich, welche die natürliche Elektricität an E F G H fest hält, und die, vermöge deren die Bestandtheile von E F G H an einander hängen. — Wenn daher die Ladung durch Luft, Oel, Wasser ꝛc. geleitet wird, so erfolgt, unter gewissen Umständen, eine Expansion, welche sehr beträchtliche Wirkungen, und zwar von verschiedenen Graden, hervorbringen kann. Die Eigenthümlichkeiten, die man bey diesen Ereignissen bemerkt, sind, wie ich frey zu gestehen wage, gerade so beschaffen, wie die Ursache, welche hier wirksam ist.

1) Wir wollen annehmen, eine Kugel D soll durch irgend eine gegebene Kraft fortgetrieben werden, und vermöge ihrer erhaltenen Bewegung an eine andere Kugel E stoßen. Wird nun D durch keine Friction gehindert, und hängt sie an keiner andern Substanz an, so wird sie auf E mit der ganzen Kraft, die sie erhalten hat, wirken; hängt sie aber an einem andern Körper an, so wird sie E mit einer Kraft stossen, welche im Verhältniß zu der Größe der Adhärenz vermindert ist. Daher finden wir, daß sich Lufttheilchen mit mehr Kraft ausdehnen, als Oeltheilchen; denn die letztern sind vermöge einer Tenacität mit einander verbunden, welche bey den erstern nicht statt findet.

2) Mit dem Grade der Adhärenz, welcher dem Fortstoßen von D hinderlich ist, wird auch die Zahl der Theilchen im Verhältnisse stehen, welche fortgetrieben werden können. Daher finden wir, daß da, wo die Expansion, wegen der Beweglichkeit von dem leitenden Medium, am beträchtlichsten ist, auch der Raum, durch welchen die Ladung geht, am längsten sey. Eine Ladung z. B. welche durch fünf Zoll Luft geht, wird nur durch $\frac{1}{6}$ Zoll Oel gehen. Ich stelle deswegen

wegen zwischen Luft und Oel eine Vergleichung an, weil sie die einzigen Substanzen sind, welche schlechterdings keine Ladung ohne Ausdehnung fortleiten. Beym Aether, Weingeist, Wasser ꝛc. ist dieß keinesweges der Fall. Diese Substanzen lassen einen Theil der Ladung ohne merkliche Bewegung durch sich durchgehen, und zu Folge dieser Eigenschaft ist auch bey ihnen die Ausdehnung, welche erfolgt, wenn die Ladung durch die leuchtende Weite geht, geringer, so, daß hier eine Ursache auf die Gewalt wirken muß, welche in den vorhergehenden Fällen gar keine Wirkung hat.

Vier und zwanzigste Vorlesung.

Theoretische Erklärung der Art und Weise, auf welche die elektrische Materie wirkt, wenn Glas und andere feste elektrische Körper durch den elektrischen Schlag zerbrochen werden.

Ich habe Ihnen bereits gesagt, daß, wofern man die Ladung von einer Spitze zu einer andern, die in Oel, Wasser, ꝛc. eine gewisse Weite von jener absteht, übergehen läßt, die Glasröhren, welche jene flüßigen Materien enthalten, jederzeit zerbrechen. — Diese Wirkung zeigt sich nicht allein beym Glase, sondern eben so gut beym Siegellack, Harz, Schwefel und allen andern zerbrechlichen elektrischen Körpern. Unter zerbrechlichen elektrischen Körpern verstehe ich solche, welche durch Erschütterung zerbrochen werden können. Denn wenn der elektrische Körper weich ist, wie warmes Wachs, so habe ich keine andere Trennung der Theile bemerken können, als ein kleines Loch.

Es

Es ist schwer zu bestimmen, welche Dicke, oder ob überhaupt irgend eine Dicke der Wände der Röhre hinreichend sey, sie gegen diese sonderbare Wirkung der Ladung bey ihrem Uebergange zu schützen. Ich habe eine Glassäule zerbrochen, welche nicht weniger, als drey Zoll stark war, und deren hohler Theil, worinnen sich das Wasser befand, nicht über $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser hielt. Sehr oft habe ich eine grüne Glasflasche zerbrochen, wenn die Entfernung der Spitzen von den Wänden derselben an jeder Seite nicht unter zwey und einen halben Zoll betrug.

Bey allen meinen Versuchen habe ich dafür gesorgt, daß das Wasser keinen Druck erleiden möchte, und ich habe gefunden, daß beym Zerbrechen des Glases auch nicht die geringste Ausdehnung des Wassers statt fand. — Bisweilen aber gieng doch die Ladung leuchtend durch, ohne das Glas zu zerbrechen; und in diesem Falle wurde das Wasser durch seine ganze Masse sehr stark ausgedehnt. Dieser Umstand läßt sich sehr leicht erklären, wenn wir auf die Erklärungen Rücksicht nehmen, welche uns einige unserer scharfsinnigsten Naturforscher von ähnlichen Thatsachen gegeben haben.

Fig. 47. Taf. 2.

AB soll einen Hebel vorstellen, und dieser in dem Ruhepunkte bey C im Gleichgewichte liegen. Wenn nun das Ende A getroffen wird, so werden die verschiedenen Theile des Hebels, die ich in der Zeichnung durch kleine Kreise angedeutet habe, vermöge ihrer Adhärenz, die mitgetheilte Bewegung, einander in einer Folge von sehr kleinen Zeiträumen mittheilen, bis sie durch die ganze Reihe fortgepflanzt worden ist; und dann erst wird sich der Hebel herumdrehen.

Wäre

Wäre nun die durch den Stoß oder Schlag mitgetheilte Geschwindigkeit so groß, daß ein Theil oder Kreis an dem Ende A aus dem Wirkungskreise der Attraction von dem zunächst liegenden Theilchen gebracht würde, ehe noch die Bewegung allen Theilchen des Hebels mitgetheilt werden könnte, so würde der Theil A weggestoßen, oder aus der Verbindung mit den übrigen Theilchen des Hebels gebracht, letzterer folglich nicht bewegt werden. Was man auf diese Weise aus den bekannten Gesetzen der Bewegung darthun kann, dieß läßt sich auch durch Versuche erläutern und beweisen.

Macht man den Hebel A B von Holz, so wird eine Pistolenkugel von dem Holze gerade den Theil herausschlagen, den sie trifft, allein der Hebel wird nicht im Geringsten bewegt werden, wenn er auch noch so leicht aufgehangen wäre.

Eine Flintenkugel wird durch ein Bret, das an dem feinsten Haar aufgehangen ist, durchgehen, ohne das Bret im Geringsten aus seiner Lage zu bringen. Bey Anstellung dieser Versuche muß die Person, welche die Pistole oder Flinte losschießt, so weit entfernt seyn, daß die Erschütterung der Luft, welche bey dem Entzünden des Pulvers hervorgebracht wird, das Bret oder den Hebel nicht in Bewegung setzen könne.

Man kann zuverläßig behaupten, daß die Geschwindigkeit der Bewegung der elektrischen Materie tausendmal größer sey, als bey dem wirksamsten Schießpulver.

Es läßt sich daher mit Grunde annehmen, daß die elektrische Materie, wenn sie durch irgend einen Theil eines Körpers geht, ihre Kraft auf den Theil des Körpers, welcher der Wirkung dieser Materie unmittelbar ausgesetzt ist, weit schneller verwendet, als sie dem ganzen Körper mitgetheilt werden kann.

Fig.

Fig. 48. Taf. 2.

A B C D soll eine gewisse Menge Oel oder Wasser vorstellen; und a b c d den Theil, durch welchen die elektrische Materie mit einer unendlich großen Geschwindigkeit durchgeht. Das Oel innerhalb des Raumes a b c d wird gerade, wie das Ende des Hebels beym Pistolenschusse, mit einer sehr großen Kraft (Moment) bewegt, und den darüber oder darunter liegenden Theilen wird, wie man beym Versuche selbst sehen kann, nicht die mindeste Bewegung mitgetheilt; allein den Theilchen des Glases, welche in der Richtung der Bewegung liegen, wird die Bewegung des Oels mitgetheilt, mithin werden die Glastheilchen, gerade wie vorher beym Oel, getrennt, ehe die darüber oder darunter liegenden afficirt werden können.

Die größere oder geringere Zerbrechlichkeit eines Körpers ist nichts anders, als die größere oder mindere Kraft, durch welche die einzelnen Theile eines ganzen Körpers zusammengehalten werden. Das Ende eines Glasstabes läßt sich leichter abbrechen, als das Ende eines metallenen oder hölzernen, weil die einzelnen Theilchen des ganzes Stabes in dem einen Falle nicht so fest verbunden sind, als in dem andern, mithin eine Wirkung, die nur einzelne Theile angeht, nicht so leicht durch den ganzen Körper durchführen können.

Alle Wirkungen des Stoßes überhaupt finden auch bey der Elektricitat statt. Wirklich muß das Holz außerordentlich dünn seyn, wenn es in der Lage von a b c d zerbrechen soll. Angenommen nun, daß eine Substanz in diese Lage gebracht werden könnte, die gar nicht nachgäbe, so müßte sich die Bewegung (das Moment) durch die ganze Masse des Oels fortpflanzen; daher finden wir denn auch, daß, wenn a b c d von

Holze,

Holze, das eine gewisse Dicke hat, eingeschlossen wird, kein Zerbrechen erfolgt, und der Schlag die allgemeine Ausdehnung zur Folge hat, welche wir durch mehrere Versuche, die ich Ihnen bereits gezeigt habe, zu messen die Absicht hatten.

Fünf und zwanzigste Vorlesung.

Anwendung der Elektricität auf Naturerscheinungen, insbesondere auf Gewitter.

Ich will mich nunmehr bemühen, Ihnen zu zeigen, mit welchem Glücke die Naturkündiger bereits die Elektricität auf das Studium der Natur angewendet haben. Wie weit man es schon in dieser Rücksicht mit Hülfe unserer Wissenschaft gebracht habe, würde Ihnen dann erst recht einleuchten, wenn ich mir Zeit nehmen wollte, Ihnen zu zeigen, in welche Dunkelheit einst die Gegenstände gehüllt waren, über die sie gegenwärtig Licht verbreitet hat, oder wenn ich Sie mit den Theorien genau bekannt machen könnte, die man erst so ganz neuerlich vernichtet hat, daß sie noch in dem Gedächtniß und den Vorurtheilen mehrerer jetztlebenden Gelehrten Spuren ihres ehemaligen Daseyns zurückgelassen haben. Allein wir haben nicht Zeit, uns mit den Irrthümern unserer Vorgänger abzugeben, und wir werden weit besser thun, wenn wir, anstatt unsere Aufmerksamkeit auf irrige Meynungen zu verwenden, die ganze Stärke derselben auf eine gehörige Untersuchung anerkannter Wahrheiten richten.

Es ist merkwürdig, daß die glücklichste und wichtigste Anwendung der Elektricität auf die Er-

scheinungen der Natur die erste war. Das knisternde Geräusch des elektrischen Funkens schien Herrn Grey mit dem Knalle des Donners einige Aehnlichkeit zu haben. — Bis auf die Hypothesen des Abts Nollet aber finden wir nicht, daß entweder eigenes Nachdenken, oder weitere Verfolgung des Gegenstandes irgend einen Elektriker auf etwas geführt hätte, das den ersten Ideen des Herrn Grey günstig gewesen wäre. Des Abts Aeußerungen sind in der That sehr auffallend, und gereichen ihm, als Theoretiker, zu nicht geringem Ruhme. Allein es gebührt ihm doch bey weitem nicht das ausgezeichnete Lob, welches sich Dr. Franklin erworben hat, sowohl durch seine theoretischen Vermuthungen, als auch durch die Versuche, durch welche man unwidersprechlich dargethan hat, daß die elektrische Materie bey Hervorbringung des Donners, des Blitzes und aller übrigen bey Gewittern vorkommenden Erscheinungen unmittelbar wirksam sey. Die ersten Bemühungen jenes vortrefflichen Mannes giengen dahin, uns zu bereden, daß wir den ungeheuern Unterschied, welcher zwischen den Wirkungen unserer elektrischen Versuche und den Wirkungen der großen Werkstätte der Natur, dem Grade nach, statt findet, nicht für etwas so erhebliches halten sollten. Wenn unsere Ohren durch den Schlag einer kleinen Batterie betäubt werden, so kann der laute Knall des Donners nicht stärker seyn, als wir ihn vernünftigerweise erwarten können, wenn wir annehmen, daß in dem einen Falle nur eine Fläche von einigen Quadratfuß geladen wird, in dem andern hingegen eine Fläche von vielleicht 10,000 Morgen. Dr. Franklin hat zwischen der Ursache des Donners und der elektrischen Materie in sehr vielen Stücken auffallende Aehnlichkeit wahrgenommen.

1) Der

1) Der Blitz erscheint unter der Gestalt eines Zickzack; dieß findet aber ebenfalls bey dem elektrischen Funken oder Schlage statt.

2) Der Blitz trifft hauptsächlich hohe, sehr hervorragende Gegenstände, z. B. die Spitzen der Hügel, die Gipfel von hohen Bäumen, die Spitzen der Kirchthürme, die Masten der Schiffe, u. s. f. Auch die elektrische Materie wird, unter übrigens gleichen Umständen, eher auf eine Spitze, als auf einen stumpfen Körper schlagen.

3) Alle Körper, welche gute oder schlechte Leiter der Elektricität sind, leiten auch den Blitz gut oder schlecht.

4) Der Blitz zündet; die elektrische Materie auch.

5) Das nähmliche bemerkt man auch in Ansehung des Schmelzens der Metalle.

6) Alle Körper, welche beym Durchgange der elektrischen Materie zerbrochen werden, werden es auch durch den Blitz.

7) Man weiß, daß der Blitz die Menschen bisweilen blind macht. Dr. Franklin hat die nähmliche Wirkung bey einer Taube hervorgebracht, indem er einen beträchtlichen elektrischen Schlag durch sie hindurch gehen ließ.

8) Der Blitz vernichtet das Leben der Thiere; der elektrische Schlag auch.

9) Beyde besitzen die Eigenschaft, Eisen magnetisch zu machen.

Wenig Theorien in der Naturlehre sind von so überzeugenden Gründen unterstützt, als die sind, mit denen ich Sie so eben bekannt gemacht habe. Die Franklinische Theorie des Blitzes ist zwar ganz auf diese Gründe gebauet; allein sie läßt sich auch noch, ohne alle Rücksicht auf selbige, darthun. Denn der Urheber derselben brachte es so weit, daß er den Wol-

ken die Materie, womit sie angefüllt sind, entziehen, und sie zu einem Gegenstande der Untersuchung für unsere Sinnen machen konnte. Er ließ einen Drachen steigen, der mit einer eisernen Spitze versehen war. Er gebrauchte dabey eine angefeuchtete hänfene Schnur; das eine Ende derselben war an den Drachen befestigt, und das andere wurde durch ein seidenes Schnupftuch von der Hand entfernt gehalten. Die erste elektrische Erscheinung, die er mit Hülfe dieses Apparates wahrnahm, war das Auseinandergehen oder Aufrichten der lockern hanfenen Fäden, welche an der Schnur hiengen. Dieser Umstand bewog ihn, sich der Schnur mit dem Knöchel seines Fingers zu nähern; und auf diese Weise erhielt er augenscheinlich einen elektrischen Funken, und auf diesen folgte eine starke Entladung elektrischer Materie. Mit Hülfe eines isolirten Leiters, den er an seinem Hause befestigt hatte, konnte er die nähmlichen Wirkungen, zu seiner völligen Befriedigung, wiederholen. Dr. Priestley hat uns von der Geschichte dieser Entdeckung eine sehr unterhaltende Erzählung geliefert. Sie ist ganz Ihrer Aufmerksamkeit werth, und ich will Sie daher auf sein Buch selbst verweisen. *)

Jetzt kann Ihnen, wie ich vermuthen darf, die Ursache des Donners und Blitzes gar nicht mehr zweifelhaft vorkommen; Sie müssen nähmlich hinlänglich überzeugt seyn, daß beyde Naturerscheinungen auf diese oder jene Art, durch elektrische Materie hervorgebracht werden. Ich will daher nunmehr zu der weitern Anwendung der Franklinischen Theorie auf diesen Gegenstand fortgehen. Denn wenn die Wirk-

*) Gesch. der Elektr. 1. Th. 9. Per. 1. Abschn. (der deutsch. Uebers. S. 110. u. f.)

Wirksamkeit der elektrischen Materie bey Hervorbringung des Blitzes anerkannt ist, so wird es nun unser nächstes Geschäft seyn, die Art und Weise, auf welche sie hier aller Wahrscheinlichkeit nach wirkt, zu erklären.

1) Es läßt sich durch eine große Menge von Versuchen darthun, daß bey einem Gewitter jederzeit eine Anhäufung oder ein Mangel von Elektricität statt findet, nähmlich daß sich zwey Theile der Atmosphäre in einem entgegengesetzten, d. i. in einem positiven und einem negativen Zustande befinden. Dieß kann man sehr leicht mit Hülfe eines isolirten Leiters beweisen. Denn ein solcher Leiter wird bald positive, bald negative Elektricität geben, und dieß in einer Stunde mehreremale hinter einander. Dieß ist lediglich eine Folge von der Bewegung der Wolken; denn in dem einen Augenblicke wird sich eine positive Wolke über dem Leiter befinden, und wenn sich diese entfernt hat, so folgt ihr ihre correspondirende negative nach, und auf diese Weise ereignet sich die beschriebene Wirkung.

2) Wir müssen auch auf die Natur des Donners und des ihn begleitenden Blitzes genau Acht geben, wenn wir einmal das anerkannt haben, was ich Ihnen zu beweisen bemüht gewesen bin. Denn wenn die Anhäufung und der damit in Verbindung stehende Mangel einen gewissen Grad der Ladung erreicht haben, so wird das Gleichgewicht durch einen plötzlichen Schlag wieder hergestellt, welcher in Rücksicht der dabey vorkommenden Umstände der freywilligen Entladung einer Leidner Flasche ganz ähnlich ist. Denn in beyden Fällen nimmt die elektrische Materie den Weg, der ihr den leichtesten Uebergang verstattet, oder welcher die stärkste leitende Kraft besitzt.

Meiner Meynung nach zeigt sich die Verschiedenheit eines Gewitters hauptsächlich in diesem einzigen

Umſtande. Neunzehen Schläge, oder wie man mit Zuverläßigkeit behaupten kann, neun und neunzig von hundert ſind nichts anders, als unſchädliche Entladungen einer Wolke in die andere. Wenn ſich die ſeltenen Fälle ereignen, in welchen die angehäufte Materie in die Erde übergeht, ſo kann ich nicht begreifen, wie ein Mangel in der Erde ſtatt finden ſolle, ſondern ich denke mir ihn vielmehr in einer andern Wolke, zu welcher die elektriſche Materie den Weg durch einen ſo guten Leiter, wie die feuchte Erde, leichter finden kann, als durch einen Luftkörper, der ein völliger Nichtleiter iſt.

Ich gehe hierinnen von allen andern ab. Die Neuheit meiner Vermuthung macht es daher nothwendig, mich etwas länger dabey aufzuhalten, damit ich meine Pflichten gegen Sie ſowohl, als gegen mich ſelbſt erfülle.

Bisher hat man immer geſagt, daß jeder Uebergang der elektriſchen Materie entweder aus den Wolken in die Erde, oder aus der Erde in die Wolken, nichts anders ſey, als die Entladung einer poſitiven Wolke, einen Mangel zu erſetzen, der irgendwo auf der Erde ſtatt finde, oder der auf der Erde angehäuften Materie in negative Wolken. Dagegen läßt ſich, dünkt mich, folgendes einwenden.

1) Mit Hülfe der künſtlichen Elektricität läßt ſich kein Fall ausfindig machen, wo eine leitende Subſtanz im Stande wäre, mehr Elektricität, als ihre natürliche Menge, aufzunehmen, oder etwas von der letztern zu verlieren. Man kann beyde Belegungen einer Leidner Flaſche wegnehmen, und die Quantität der Elektricität wird immer unverändert bleiben. Man kann in der Luft aufgehangene Leiter vernichten, und die Luft behält dennoch ihren poſitiven oder negativen Zuſtand. Wenn Sie eine iſolirte Kette aufhängen,

gen, sie laden, dann in eine gläserne Schale fallen lassen, und wieder heraus nehmen, so werden Sie keine Elektricität in der Schale wahrnehmen; allein die Atmosphäre, welche die Kette anfangs umgab, wird nach wie vor geladen bleiben. — Die Vermuthungen des Grafen Stanhope, und seine Nachricht von dem Menschen, der von einem Donner ohne Blitz erschlagen worden seyn sollte, widersprechen dem gerade zu, was ich als wesentliche Grundsätze unserer Wissenschaft ansehe. Allein bey der Naturlehre müssen wir bloß auf Thatsachen bauen, und ich wenigstens habe noch keinen Fall gefunden, wo in einer Substanz selbst, und nicht vielmehr in der sie umgebenden Luft ein Ueberfluß oder ein Mangel hätte hervorgebracht werden können.

2) Ueber den gegenwärtigen Fall müssen wir nicht bloß nach der Erfahrung, sondern auch theoretisch urtheilen. Eine jede Anhäufung an einer Stelle eines Körpers setzt allemal einen Widerstand zwischen dieser und einer andern Stelle des nähmlichen Körpers, wo der Mangel statt findet, voraus. Wenn z. B. das Glas den geringsten Riß hat, so geht die elektrische Materie unmittelbar von der einen Seite zu der andern über; oder wenn ein elektrischer Körper von irgend einer Art mit Feuchtigkeit bedeckt ist, so ist bekannt, daß man ihm mit Hülfe auch der stärksten künstlichen Elektricität keine Ladung mittheilen kann. Wie können wir denn also annehmen, daß eine metallene oder eine andere leitende Substanz, welche, ihrer Natur nach, die Möglichkeit eines in diesen Fällen schlechterdings nothwendigen Widerstandes völlig ausschließt, die Wirkung, von der wir jetzt reden, sollte verstatten, d. h. eine elektrische Ladung annehmen können? *)

*) Daß ein leitender Körper eine elektrische Ladung im eigent-

3) Kein Mensch wird die leitende Kraft der Erde bezweifeln. Wenn nun aber unsere bisherigen Beobach-

eigentlichen Sinne annehmen sollte, dieß läßt sich freylich nicht denken. Allein daraus folgt noch nicht, daß es allen anerkannten Grundsätzen der Elektricitätslehre zuwider laufe, anzunehmen, daß ein solcher Körper mehr elektrische Materie, als seine natürliche Menge beträgt, aufnehmen könne. Wenn wir auch dem Verfasser zugeben wollten, daß keine Anhäufung der elektrischen Materie ohne einen correspondirenden Mangel statt finde, so kann ja dieser Mangel in einer andern Substanz bewirkt worden seyn, und hier wäre dann zwischen dieser und jener leitenden, mit Elektricität überfüllten Substanz der zu jeder Ladung erforderliche Widerstand sehr füglich gedenkbar. — Die Oberfläche eines gläsernen Cylinders z. B. ist nach der Entfernung vom Reibzeuge mit elektrischer Materie überfüllt. Diese Anhäufung von elektrischer Materie nun muß, da die Luft kein Leiter der Elektricität ist, so lange dauern, bis man den Cylinder einem leitenden Körper nahe bringt; thut man aber dieß, so wird dieser, vermöge seiner leitenden Kraft, dem Cylinder die überflüßige Elektricität entziehen, und diese wird, wofern der leitende Körper isolirt ist, auf seiner Oberfläche so lange bleiben, bis sie durch andere leitende Körper weiter geführt wird, u. s. f. Es ist gar nicht meine Absicht, gerade zu der Behauptung des Verfassers zu widersprechen, daß nähmlich ein Leiter, der einem elektrisirten elektrischen Körper genähert wird, nicht eigentlich selbst, sondern vielmehr die ihn umgebende Luft geladen werde, da sie in dem Gebiete der Erfahrung manche Unterstützung findet. Ich wollte vielmehr bloß zeigen, daß sich die gewöhnliche Meynung mit einer vernünftigen Theorie sehr füglich vereinigen lasse. — Ein Fall, wo ein isolirter leitender Körper wirklich einen positiven und negativen Zustand annehmen kann, ist der, wenn er in den Wirkungskreis eines positiv oder negativ elektrischen

Kör-

obachtungen wahr seyn sollten, wie könnte sie da von andern leitenden Substanzen so sehr abgehen, daß sie einer correspondirenden positiven und negativen Stelle fähig seyn sollte. *)

4) Es ist von allen Elektrikern allgemein anerkannt, daß kein Körper mehr Elektricität enthalten kann, als seine natürliche Menge beträgt. Wie läßt sich nun die gewöhnliche Theorie mit diesem Grundsatze vereinigen? **) Will man behaupten, der Ueberfluß finde in der Luft, und der Mangel auf der Erde statt, so muß die Luft mehr enthalten, als ihre natürliche Elektricität, und die Erde weniger. Im umgekehrten Fall muß man, nach dieser Theorie, das

Körpers gebracht wird. Hier wird nähmlich sein vorher verbundenes + und — E getrennt, er wird durch Vertheilung elektrisirt. Keine eigentliche elektrische Ladung findet aber nicht statt, weil entweder sein natürliches + E oder sein — E vermöge der Wirksamkeit des elektrischen Körpers gebunden wird, mithin nur das entgegengesetzte E frey seyn kann, nach Entfernung jenes elektrischen Körpers aber die durch ihn bewirkte Vertheilung des natürlichen E in dem leitenden Körper nothwendig aufhören muß. A. d. U.

*) Dieß hat man gar nicht nöthig anzunehmen. Ist eine Wolke positiv, so ist die darunter befindliche Erde gegen die Wolke gerechnet in einem negativen Zustande, und umgekehrt, wenn die Wolke negativ ist. Nach der Theorie von den elektrischen Wirkungskreisen läßt sich aber auch eine Vertheilung der natürlichen Elektricität der Erde sehr füglich denken. A. d. U.

**) Nach dem, was der Verfasser oben S. 47. u. f. zum richtigen Verständnisse dieses Grundsatzes gesagt hat, steht mit ihm, wie mich dünkt, die gewöhnliche Theorie keinesweges im Widerspruche. A. d. U.

nähmliche in Rückſicht der Erde und der Luft wahrnehmen.

Die vier Einwürfe, die ich Ihnen jetzt vorgetragen habe, ſind der Meynung, daß die Erde entweder ſelbſt, oder in Verbindung mit der Atmoſphäre geladen werden könne, unmittelbar entgegen. *) Die einzige Hypotheſe, die ſich denken läßt, muß daher genommen werden, daß man geſteht, die Atmoſphäre allein ſey in dieſem Falle einer elektriſchen Ladung fähig. Das Vernünftige kann man dieſer Hypotheſe fürwahr nicht abſprechen. Sie folgt unmittelbar aus der Franklinischen Theorie, daß, wenn in einem Theile ein Ueberfluß ſtatt finden ſoll, zugleich auch in einem andern Theile ein Mangel eintreten müſſe. Wenn man nun annimmt, daß die Erde zwiſchen dieſen Theilen innen liege, ſo muß ſie, da ſie ein guter Leiter iſt, wie ein Ausladet wirken, und aus dieſer Eigenſchaft laſſen ſich alle Erſcheinungen des Blitzes bey ſeinem Uebergange in die Erde, oder von der Erde erklären. In einigen Fällen muß dieſe von mir angegebene Urſache ſicher wirken; in allen aber kömmt ſie, wie mich dünkt, mit den hervorgebrachten Wirkungen überein.

1) Die Wolke ſoll in einiger Entfernung über der Erde ſchweben, und von ihr durch einen Luftkörper, der mit keiner elektriſchen Materie geladen iſt, getrennt ſeyn. Wenn nun auch der negative Theil der Atmoſphäre die Erde in dieſem Falle berühren ſollte, ſo würde demohngeachtet das Iſoliren vollkommen ſeyn, und im Fall ſich die Wolke allmählich nach der Erde zu bewegen, und ſie ſich ihr bis auf die Schlagweite nähern ſollte,

*) Die gewöhnliche Theorie von den Gewittern fordert aber auch nicht ſchlechterdings dieſe Vorausſezzung. A. d. U.

sollte, ein Donnerschlag erfolgen, und nur ein Bliß gesehen werden; denn so lange der negative Theil auf der Oberfläche der Erde läge, würde die überflüßige Menge mit selbiger durch so viel Berührungspunkte verbunden seyn, daß man die Materie ohnmöglich in einen dichten Körper vereinigt sehen könnte. Eine ähnliche Wirkung erfolgt bey der Entladung einer Leidner Flasche. Denn wenn man die Verbindung mittelst des Ausladers bewirkt, und dieser weder die äußere, noch die innere Seite berührt, so wird man auf einmal zwey Funken erblicken; berührt man hingegen die auswendige Seite mit dem Auslader, und nähert ihn dann der inwendigen, so wird man nur einen Funken wahrnehmen.

2) Sollte sich die positive Wolke mit der Erde in Berührung befinden, und die negative in einiger Entfernung etwas höher stehen, so würde man, aus ähnlichen Gründen, wie in dem vorhergehenden Falle, den Schlag bloß in die negative Wolke gehen sehen, und der Bliß würde, wie es in der Natur der Fall ist, wirklich aus der Erde in die Wolken schlagen.

3) Wären beyde Wolken isolirt, aber nicht so, daß ihre beyderseitigen Entfernungen größer wären, als die Schlagweite, so würde man in diesem Falle zwey Bliße auf einmal wahrnehmen, welches ich, wenn ich die Gewitter beobachtete, oft gesehen habe.

4) Wenn die positive Wolke sich den hervorragenden und spitzigen Gegenständen auf der Oberfläche der Erde so weit nähert, daß sie Einfluß auf selbige haben kann, und an einer andern Stelle die negative Wolke andern ähnlichen Gegenständen nahe kömmt, so müssen die Erscheinungen erfolgen, die man gewöhnlich bey hoch aufgerichteten Leitern bemerkt; und zwar muß hier immer die positive Elektricität mit der negativen abwechseln, je nachdem die Wolken durch die Bewe-

gung

gung in eine andere Lage kommen, sich folglich auch ihre relativen Entfernungen von dem Leiter ändern.

Ich muß hier noch bemerken, daß sich der Fall, wo man zwey verschiedene Blitze zu einer Zeit an zwey verschiedenen Stellen des Himmels erblickt, nach der gewöhnlichen Theorie nicht füglich erklären lasse, man müßte denn noch mehr Ursachen herbey führen, als zu der angegebenen Wirkung erforderlich sind. Um diese Erscheinung zu erklären, hat man allgemein eine positive, und eine negative Stelle in der Luft, und zu gleicher Zeit auch eine andere positive und negative auf der Erde angenommen, und sodann geglaubt, daß die positive Stelle in der Luft auf die negative auf der Erde, und die positive auf der Erde auf die negative Stelle in der Luft schlage. Die Einwürfe, die ich der Möglichkeit, eine leitende Substanz zu laden, entgegengesetzt habe, sind hier von Bedeutung, und überdieß erhellt es, dünkt mich, aus der Erklärung, die ich gegeben habe, genugsam, daß diese verwickelte Voraussetzung gar nicht nothwendig sey. *)

Ich muß ferner bemerken, daß sich auch die plötzlichen und häufigen Veränderungen von positiver und negativer Elektricität, die man an in die Höhe gerichteten Leitern wahrnimmt, mit Hülfe der gewöhnlichen Theorie gar nicht erklären lassen. Denn wenn der correspondirende Ueberfluß oder Mangel auf der Erde seyn soll, was geschieht dann, wenn die Veränderung ohne eine anscheinende Entladung der elektrischen Materie, unter der Gestalt eines Donnerschlages erfolgt? Eine all-

mäh-

*) In so einem Falle könnte man ja, sollte ich meynen, füglich zwey für sich bestehende Entladungen zu einer Zeit, oder vielleicht auch ein Theil eines und desselben Stromes annehmen, ohne daß man nothwendig eine eigentliche Ladung einer leitenden Substanz voraussetzen müßte. A. d. U.

mählige Entladung hebt die Schwierigkeit noch nicht. *)

Als muthmaßliche Beweise für die Wahrheit der Hypothese, daß die Erde wie ein Auslader wirke, will ich nur einige wenige Umstände anführen, welche, wie man annimmt, gewöhnlich bey einem Gewitter vorkommen.

1) Wenn die Wolken sehr niedrig gehen, thut der Blitz gewöhnlich Schaden.

2) Eben dieß erfolgt gemeiniglich, wenn die Erde feucht, und auf diese Weise ein besserer Leiter worden ist.

3) Wenn man eine Menge Nachrichten von Gewittern mit einander vergleicht, so wird man finden, daß von dreyen immer zwey nicht weit von einem großen Flusse gewesen sind, oder nicht weit von den Theilen der Erde, welche dem Uebergange der elektrischen Materie den geringsten Widerstand leisten. **)

Da

*) Die eigentliche Ladung muß man sich freylich in den Wolken denken. Warum sollen denn aber diese, sie mögen nun positiv oder negativ seyn, nicht auf die ungeladene Erde eben so wirken, wie ein positiv oder negativ geladener erster Leiter auf jeden ihr genäherten Körper, der sich in Hinsicht der Elektricität in seinem natürlichen Zustande befindet. — Aber auch hier, könnte mir der Verfasser nach dem, was er oben S. 56. gesagt hat, vielleicht einwenden, wirke der dem Leiter genäherte Körper wie ein Auslader. Und hierauf würde ich ihm freylich nichts anders antworten können, als daß gerade dieser Punkt, besonders nach dem, was er oben S. 48. behauptet hat, noch nicht unumstößlich bewiesen sey. — Mit Hülfe der Theorie von den elektrischen Wirkungskreisen läßt sich eine solche Veränderung der Elektricität ohne Entladung sehr leicht erklären. A. d. U.

**) Diese drey bey Gewittern vorkommenden Umstände wür-

Da ich Sie nunmehr mit meinen Ideen über die Art, auf welche die Erde der Gefahr des Blitzes ausgesetzt ist, hinlänglich bekannt gemacht habe, will ich jetzt zu einem bey Gewittern vorkommenden Umstande fortgehen, welcher untersucht zu werden verdient.

Die Gestalt des Blitzes.

Diese ist verschieden. Das Zickzack ist bisweilen breiter, als anderemale; und öfters theilt sich der Strom wieder in mehrere verschiedene Ströme. Die verschiedene Gestalt des Zickzacks kann von der heterogenen Beschaffenheit unserer Atmosphäre herkommen, in welcher beständig kleine Körperchen, deren leitende Kraft dem Grade nach sehr verschieden ist, ohne Ordnung befindlich sind. Da nun die elektrische Materie bey ihrem Durchgange durch die Luft immer von einem dieser hie und da ohne alle Ordnung liegenden Körperchen zum andern überspringt, so kann sie natürlich selten hinter einander einerley Weg nehmen. Das Theilen des Blitzes in mehrere verschiedene Ströme habe ich sehr gut durch einen Versuch nach, nacht, den ich in der Absicht anstellte, um die Ursachen jener Erscheinung zu ergründen. Es ist Ihnen bekannt, daß die Wirkung einer Ladung, welche von der positiven Seite eines Körpers auf seine negative übergeht, sehr von der leitenden Kraft des Körpers abhängt, welcher beyde Seiten verbindet. Wenn man sich beym Entladen einer großen Batterie, statt des Ausladers, einer mit Wasser gefüllten Röhre, $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser, bedient, so

würden sich auch nach der gewöhnlichen Theorie erklären lassen, könnten folglich mit eben dem Rechte als Beweise für diese angesehen werden.

A. d. U.

so ist die Wirkung, die man erhält, sehr unbeträchtlich; gebraucht man aber mehrere Röhren dieser Art, so wird durch jede Röhre ein Theil der elektrischen Materie unter der Gestalt eines besondern Stromes in die auswendige Seite der Flaschen übergehen.

Fig. 49. Taf. 2.

A stellt eine Leidner Flasche vor; a b, c d, e f, u. s. f. sind Glasröhren, ¼ Zoll im Durchmesser, und mit Wasser gefüllt. An ihren Enden sind sie mit metallenen Kugeln versehen; letztere stehen von andern metallenen Kugeln gleich weit ab, und die an selbige festgemachten Drähte, l, m, n, sind durch eine Kette mit der auswendigen Seite einer geladenen Flasche verbunden. ß C ist ein metallener Stab, der an beyden Enden zwey metallene Kugeln trägt, und sich auf einem isolirten Zapfen herumdrehen läßt, so, daß, wenn er E berührt, er zugleich auch D G berühren muß, welches mit den inwendigen Seiten von allen Röhren verbunden ist. Sie sehen, daß die Verbindung auf diese Art vollkommen ist; beym Versuche aber werden Sie finden, daß die Ladung in mehrern besondern Strömen von a nach l, von c nach m, von e nach n, u. s. f. übergehen wird. Gerade dieß erfolgt auch in der Natur, wovon ich Ihnen jetzt ein Beyspiel gegeben habe. Die Ladung der Wolke findet auf einmal mehrere verschiedene Wege zur Erde, von denen jeder einen besondern Theil von elektrischer Materie fortleitet, und da sie an verschiedenen Stellen der Atmosphäre zu Ende gehen, so müssen sie zum Mittel dienen, die elektrische Materie nach eben so viel besondern Richtungen fortzuleiten, dahin, wo der Mangel, oder von daher, wo der Ueberfluß statt findet. Beynahe jedesmal, wenn ich die Verwüstungen eines Gewitters untersuchte, fand ich auffallende Beweise, daß sich der

Schlag

Schlag in mehrere Ströme getheilt hatte. Einigen Elektrikern hat die Untersuchung über die Richtung von besondern Schlägen viel zu schaffen gemacht, weil ihnen das, was ich so eben erklärt habe, nicht bekannt war.

Von den besondern Eigenschaften des Knalles, welcher den Blitz begleitet.

Jeder Schall, der von einer beträchtlichen Entfernung herkömmt, bringt in dem Ohre mehre Töne hinter einander hervor. Diese Wirkung erfolgt nach allen Richtungen, und es giebt nur wenig Gegenstände, von denen der Schall nicht zurück geworfen wird. Da nun aber dieses Zurückwerfen von mehr oder minder entfernten Gegenständen bewirkt wird, so muß das Ohr den Schall zu verschiedenen Zeiten vernehmen. Wenn man sich von einer Kanone, beym Losschießen derselben, in einer beträchtlichen Entfernung befindet, so hört man, aus diesem Grunde, nach dem ersten Knall, nachher noch mehrere, welche immer schwächer werden, je später man sie hört, oder je weiter die Gegenstände entfernt sind, von welchen der Knall zurück geworfen wird.

Alle die bisherigen Bemerkungen kann man auch auf die besondern Eigenschaften des Donners anwenden. Der Blitz wird in einer gewissen Entfernung allemal von einem rumpelnden Geröse begleitet, welches nach und nach an Stärke immer abnimmt. Ist der Schlag sehr nah, so erfolgt der Knall im Augenblick, und ist dem Knalle einer Kanone sehr ähnlich, wenn man beym Abfeuern derselben nahe dabey steht. Hört man ihn in einer hochliegenden, bergigen Gegend, wo der Gegenstände, die den Schall zurückwerfen können,

sehr

sehr viele sind, so bemerkt man eine Menge auf einander folgender abgebrochener Töne, deren Stärke verschieden ist, aber nicht der Zeit nach, d. h. daß die letztern immer schwächer, als die erstern seyn sollten, sondern nach der Natur und Beschaffenheit der Gegenstände, welche den Knall zurückwerfen. Auf der See findet unter den Gegenständen, von denen der Knall zurückprallt, keine Verschiedenheit statt, daher sind auch hier die verschiedenen Töne des Donners völlig regulär, und nehmen genau mit der Länge der Zeit ab.

Ich muß Sie jetzt mit einer leichten Methode bekannt machen, nach welcher Sie die Entfernung eines Donnerschlages beurtheilen können. Wenn sie den Blitz bemerken, und hernach die Augenblicke zählen, welche zwischen dem Blitz und dem Donner vergehen, so sind sie im Stande, diese Absicht zu erreichen. Der Schall durchläuft, wie man annimmt, 1086,768 Fuß in einer Minute. Wenn man nun diesen Zeitraum auf Secunden zurückbringt, und auf jede die gehörige Anzahl Fuß rechnet, so kann man genau die Entfernung des Blitzes in einer gerden Linie von dem Orte, wo man sich befindet, angeben. Allein, wenn man auch diese Entfernung bestimmt hat, so weiß man doch immer noch nicht, wie weit man von der Gefahr entfernt ist. Denn wofern man das, was ich bereits über diesen Gegenstand gesagt habe, zuläßt, so sieht man leicht, daß die Entladung der elektrischen Materie in die Erde von der Stelle sehr entfernt ist, wo sie wieder in die Wolken zurückkehrt.

Von den Farben des Blitzes.

Die Farben des Blitzes sind verschieden, und diese Verschiedenheit hängt großentheils von der Dichtig-

keit des Medium ab, durch welches das Licht gegangen ist. Die Luft ist, bey einem Gewitter, gewöhnlich sehr dick, und selten ist das Licht so lebhaft, daß man es nicht ohne großen Nachtheil der Augen sollte sehen können. Vor nicht gar langer Zeit sollen, wie man erzählt, bey einem Gewitter ein Mann und zwey Pferde getödtet worden seyn, ohne daß man den geringsten Anschein von Licht bemerkt haben will. Ich habe diese Geschichte genau untersucht, und ich fühle mich nicht berufen, ihr einigen Glauben beyzumessen. Daß zwey Leute von gemeiner Herkunft, ein Schottischer Schäfer, und ein Schottischer Kohlenkärner, welche selbst gestehen, daß sie durch den Knall erschreckt worden wären, und welche schon sehr in Furcht gesetzt waren, ehe sie noch auf die Gegenstände umher Acht zu geben vermochten, den Blitz nicht haben bemerken können, dessen Donner ihnen erst den Gebrauch ihrer Augen wiederschaffte, nimmt mich nicht halb so sehr Wunder, als daß mehrere Gelehrte die Bewußtlosigkeit erschreckter und unwissender Leute für einen Beweis haben ansehen können, daß man keinen Blitz wahrzunehmen im Stande gewesen wäre. Ich war einmal gegenwärtig, als einige solcher armen Geschöpfe, welche wohl eben so viel Einsicht haben mochten, als unser Kohlenkärner und unser Schäfer, und die sich an der Stelle befanden, wo der Blitz in ein Haus geschlagen und gezündet hatte, über die nähern Umstände befragt wurden. — Es läßt sich kaum denken, was für widersprechende und thörigte Dinge sie herausgaben und mit Zuversicht behaupteten. Die Einbildungskraft des Menschen läßt sich immer sehr leicht hintergehen, aber nie so sehr, als wenn sie durch Schrecken verwirrt oder betäubt ist. Da schwört sie auf Gespenster, die sie nie sah, und ist gegen die Eindrücke,

drücke, welche sie erhalten könnte, völlig unempfindlich. *)

Umstände, welche bey Wetterschlägen vorkommen.

Der Blitz schmelzt Metalle, und verkalkt sie völlig, wenn sie nicht stark sind. Er macht Eisen magnetisch, auch Messing, wenn es einige Eisentheilchen enthält. Das Verändern der Spitze eines Blitzableiters in ein stumpfes Ende ist das größte Schmelzen, welches ich als Augenzeuge gesehen habe. Ich habe vom Schmelzen der Glocken, großer Ketten und eiserner einen Zoll starker Ableiter gehört; allein die Nachrichten hie von sind, meiner Meynung nach, nicht so zuverläßig, daß sie unsern Glauben verdienen sollten. Ich habe ein Messer gesehen, durch welches ein Blitz, der ein Haus zerstört hatte, zum Theil gegangen war, und man konnte, außen an der Schneide und nahe nach der Spitze zu, kaum einige Spuren von Schmelzung entdecken. Ich habe einen Drath von einer Klingel gesehen, welcher durch den Blitz bloß etwas kürzer worden war, und wir wissen wohl, daß das Verkürzen eines Drathes die Wirkung einer geringern Ladung ist, als

*) Freylich kömmt man am leichtesten davon, wenn man unerklärbare Ereigniße in der Natur geradezu leugnet. Der Verfaßer geht hier doch vielleicht etwas zu weit. Wenigstens ist der Umstand, daß man hier einen Donner, ohne vorhergegangene Erscheinung eines Blitzes, gehört haben wollte, von mehrern glaubwürdigen Personen wahrgenommen und erzählt worden. Eine umständliche Nachricht von dieser Begebenheit findet man in Cavallo Abhandl. von der Elektr. 2. B. S. 111. u. f., welche aus dem sieben und siebenzigsten Bande der philosophischen Transactionen entlehnt ist. A. d. U.

zum Schmelzen desselben erfordert wird. Mit Hülfe der künstlichen Elektricität können wir alle diese großen Wirkungen der Natur nachmachen. Zum Schmelzen eines Drathes wird nur eine kleine Batterie erfordert, und man darf sie, wenn man ihn völlig verkalken will, nur wenig verstärken.

Die Kraft der elektrischen Materie, metallische Körper zu schmelzen, darf man, nach meiner Meynung, nicht etwa einer Vermehrung der Wärme oder des Lichtes zuschreiben. Beyde Agentien bringen, wie bekannt, diese Wirkung hervor, und beyde sind bekanntlich auch in Thätigkeit, wenn der Blitz solche Wirkungen veranlaßt. Die Ladung einer Batterie, mit der man Metalle zu schmelzen im Stande ist, kann auch nicht die allerkleinste Menge Wasser erwärmen, welches sicher der Fall seyn würde, wenn sie ihm, bey ihrem Durchgange, einige Wärme mittheilte.

Wenn die Flüssigkeit eines Körpers vermehrt wird, so ist dieß nie etwas anders, als daß die Bestandtheile desselben weiter von einander entfernt werden. Die Luft wird flüssiger gemacht, wenn man den Druck der Atmosphäre aufhebt. Bringt man ein Nößel Luft in ein Vacuum, das eine Kanne hält, so wird sie das ganze Vacuum ausfüllen, mithin werden ihre Bestandtheile jetzt noch einmal so weit von einander entfernt seyn, als vorher. Auch wird die Flüssigkeit vermehrt, wenn man einen flüssigern Körper zu einem weniger flüssigen hinzuthut. Dieß ist der Fall, wenn man Wasser und Syrop, oder Weingeist und Wasser unter einander mischt. So kömmt auch die Flüssigkeit der Metalle davon her, daß noch ein neuer Körper hinzukömmt; denn alsdann werden ihre Bestandtheile bis zu einer gewissen Weite von einander entfernt.

Die elektrische Materie wirkt, nach meiner Meynung, auf ähnliche Art, wie ich Ihnen jetzt gezeigt habe, wenn

wenn nähmlich eine beträchtliche Menge zu irgend einem Körper hinzugethan wird. Wollte man fragen, was wohl die Wärme und das Licht seyn möchten, welche in solchen Fällen entweichen, so würde ich antworten, daß sie Bestandtheile des Metalls wären, welche jetzt getrennt werden, weil, wenn die Bestandtheile des Metalls weiter von einander kommen, die Anziehungskraft derselben abnehmen muß, mithin auch einige von ihren Ingredienzen entweichen müssen.† — Ich habe Ihnen bloß meine Vermuthungen hierüber mittheilen wollen; unterstehe mich aber keinesweges, als gewiß zu behaupten, daß der Blitz oder die elektrische Materie auf diese Art wirken.

Jetzt will ich nun weiter gehen, und Ihnen sagen, daß der Blitz beym Einschlagen gemeiniglich Steine zerschlägt, und Holz oder andere brennbare Körper anzündet. Ich habe sehr oft Wirkungen hervorgebracht, welche dem Zerschlagen der Steine ganz ähnlich waren. — Glas, Kiesel, Zucker und andre ähnliche Körper von einiger Schwere, habe ich oft in sehr kleine Stücken zerschlagen, wenn ich zwey Dräthe in selbige hineinsteckte, so, daß die Enden derselben nicht weit von einander zu stehen kamen, und sie, nach einer solchen Vorrichtung, in den Verbindungskreis einer einzigen Flasche brachte. Wenn etwas Feuchtigkeit zwischen den beyden Spitzen befindlich seyn sollte, so ist die Wirkung noch auffallender. Jeden festen Körper, den die elektrische Materie bey ihrem Durchgange nicht zu schmelzen vermag, den schlägt sie jederzeit in sehr kleine Stücken.

Das plötzliche Erhitzen eines der vorhergenannten Körper, oder eines Theils desselben, ist von ähnlichen Erscheinungen begleitet, und wird vermuthlich auf ähnliche Art hervorgebracht, nähmlich dadurch, daß eine Ausdehnung erfolgt, welche die Bestandtheile des

† Vergl. T. 115. u. f. A.

Körpers so weit von einander bringt, daß der Einfluß der Anziehungskraft, von dem ihre Continuität abhängt, aufgehoben wird.

Das Entzünden brennbarer Körper beym Durchgange der elektrischen Materie läßt sich aus den nähmlichen Grundsätzen erklären, welche ich auf das Schmelzen der Metalle angewendet habe, nähmlich das Hinzufügen eines neuen Körpers wird von einer Zersezzung begleitet, und, nach meiner Meynung, ist das Verbrennen eine Art von Zersetzung oder Trennung der Bestandtheile des brennenden Körpers.

Unter die Verheerungen der Gewitter, gehört auch die Zerstörung des Lebens des Menschen und aller übrigen Thiere. — Die große Schnelligkeit dieser Wirkung und die bald darauf erfolgende Fäulniß sind zwey sehr merkwürdige Umstände. — Die elektrische Materie verwundet nicht, sondern sie betäubt oder tödtet augenblicklich. Wenn sie bloß betäubt, so erwacht man bald wieder völlig gesund, wie aus einem tiefen Schlafe. Wenn sie tödtet, so muß der Körper bald beerdigt werden, oder er geht sogleich in Fäulniß über und wird riechend. Der Körper des Professor Richmann, welcher als das erste Schlachtopfer für die Wissenschaft vom Blitz getödtet wurde, war in zwey Tagen schon so verdorben, daß man ihn mit Mühe in den Sarg bringen konnte.

Das extravasirte Blut, welches man in dem Körper durch den Blitz getödteter Personen findet, verbunden mit der schnellen Fäulniß der ganzen Substanz sind ein offenbarer Beweis, daß mehrere Blutgefäße zersprungen seyn müssen, und ein allgemeines Zerreißen der einzelnen Theile statt gefunden haben mag. Allein dieß ereignet sich nicht immer, es ist folglich nicht nothwendige Wirkung der elektrischen Materie auf die thierische Hülle. Oft kann man bey Personen, welche

 durch

durch den Blitz getödtet worden, kaum irgend eine Verletzung wahrnehmen, und mir ist nicht ein einziges Beyspiel bekannt, wo die Anwendung der künstlichen Elektricität ein Zerspringen der Blutgefäße bewirkt hätte.

Wenn wir auf die unausbleiblichen Folgen des elektrischen Schlages, im Fall er durch einzelne Theile des Körpers besonders geführt wird, genau Acht haben, so werden wir vielleicht nicht ohne Grund vermuthen können, daß die Nerven zuerst und am stärksten durch den Einfluß der elektrischen Materie afficirt werden.

Wenn man die völlige Ladung von zwey Quadratfuß belegter Fläche durch den Kopf gehen läßt, so bringt dieß eine augenblickliche Bewußtlosigkeit hervor, dieser folgt eine Ermattung des Geistes und eine völlige Abspannung aller Kräfte. Der Kranke bekömmt oft Kopfschmerzen, und bleibt einige Zeit in einem schauerlichen und reißbaren Zustande.

Aehnliche Wirkungen erfolgen, wenn man den Schlag einer Batterie durch den Kopf eines Vogels gehen läßt. Sein Sehnerve wird immer verletzt oder ganz verdorben. Bisweilen ist seine Blindheit nur vorübergehend, gemeiniglich aber bleibend. Ich muß hier bemerken, daß die Krankheiten des Kopfes, in denen die Elektricität Linderung schaffen soll, hauptsächlich Nervenkrankheiten sind; z. B. der schwarze Star, die sogenannte Mundsperre, das Reißen, u. s. f.

Bringt man das Zwergfell in den Erschütterungskreis einer belegten Fläche von zwey Quadratfuß, die völlig geladen ist, so entsteht in den Lungen eine plötzliche Bewegung, auf welche ein lauter Schrey folgt. Ist die Ladung, die man durch das Zwergfell gehen läßt, nur schwach, so erfolgt jederzeit ein heftiger Ausbruch von Lachen. Dieß hat man unzählig oft wahrgenommen. Ich habe diesen Versuch mit Personen

gemacht, welche ſich auch durch die lächerlichſten Vorfälle in ihrer Ruhe und Ernſthaftigkeit nicht ſtören ließen; allein ich habe kaum ein Beyſpiel gefunden, wo ſie der lachenerweckenden Kraft der Elektricität hätten widerſtehen können. Die Wirkungen der Elektricität auf das Zwergfell ſind nicht vorübergehend; iſt es ſehr heftig erſchüttert worden, ſo ſchluchzt und ſeufzt die Perſon, mit der man den Verſuch gemacht hat, und bricht in Thränen aus; oft folgt ein Anfall von Ohnmacht, die von heftigen hyſteriſchen Symptomen begleitet wird.

Wenn man die Ladung durch den Unterleib gehen läßt, ſo, daß die Blaſe und der Maſtdarm in den Erſchütterungskreis kommen, ſo folgt oft augenblicklich eine Ausleerung auf beyden Wegen.† Einige Elektriker haben behaupten wollen, daß die allerhartnäckigſte Verſtopfung auf dieſe Art gehoben werden könne. Ich ſelbſt bin Zeuge geweſen, daß Verſtopfungen bey einer Frau von langer Dauer gehoben wurden. Wirklich wirkt der elektriſche Schlag auf Frauensperſonen von reizbarer Beſchaffenheit ſo ſchnell, daß es oft, auch in großen Geſellſchaften, traurige Folgen gehabt hat, wenn man dabey nicht vorſichtig zu Werke gegangen war.

Ein unverſchämter Empyriker kam auf den Gedanken, die Elektricität könne die Kräfte wiederherſtellen, welche die Natur den Ausſchweifenden verſagt, und habe das Vermögen, einen entnervten Wollüſtling wieder zeugungsfähig zu machen. Er ſchlug vor, zu den Reizungen eines Muhametaniſchen Paradieſes noch eine mit elektriſchen Theilchen angefüllte Atmoſphäre hinzu zu fügen, und dieſer Vorſchlag fand ſelbſt unter Gebildeten ſeine Vertheidiger. Was mich betrifft, ich wollte eher glauben, daß aus völlig ausgebrannter Aſche eine Flamme entſtehen, als

daß

† Vergl. Achard.

daß ein durch Laster zerrüttetes und entnervtes System männliche Kraft wieder erhalten könne. Ein Blasenpflaster wird einen bereits entseelten Körper reizen können, allein diese Wirkungen sind nicht Beweise von bleibender Kraft oder wiederkehrendem Leben.

Leitet man den elektrischen Schlag durch das Rückenmark, so hat dieß eine Unfähigkeit des Gebrauchs der untern Gliedmaßen zur Folge, welche dem Grade nach verschieden ist, je nachdem man sich bey dem Versuche einer schwächern oder stärkern Ladung bedient hat. Wenn eine Person beym Empfangen des Schlages steht, so wird sie bisweilen zum Knien gebracht, oft aber ganz zu Boden geworfen.

Man hat den Schlag durch das Rückenmark solchen Kranken als sehr wirksam angepriesen, welche durch langen Aufenthalt in einer Luft voll schädlicher Dünste, oder durch Arbeiten in einer mit Metallkalken angefüllten Atmosphäre den Gebrauch ihrer Gliedmaßen verloren haben. Ich habe dieses Mittel in drey Fällen versucht. — In dem einen Falle wurde der Kranke völlig geheilt. In dem andern wurde die Kranke um vieles besser; allein der sehnliche Wunsch, gesund zu werden, verleitete sie, zu gleicher Zeit noch andere heftig reizende Mittel zu brauchen, daher war der Versuch nichts weniger, als entscheidend. Allein in dem dritten Falle bemerkte ich das, was mir die gewöhnliche Folge zu seyn scheint, wenn der Gebrauch der Elektricität nicht schicklich ist. Bey jeder Wiederholung des Schlages nahm die Furcht des Kranken zu, und sein Gefühl wurde so reizbar, daß er sich endlich auch den schwächsten Schlägen nicht ohne eine gewisse Entschlossenheit ausezzen konnte, und auch dieß geschah mit Furcht und Zittern.

Um den nachtheiligen Folgen der Furcht auf die Nerven vorzubeugen, haben einige Aerzte vorgeschla-

gen, daß man die elektriſche Materie, und zwar in ſehr geringen Quantitäten, von einer Spitze auf den leidenden Theil ausſtrömen laſſen ſollte. Ja, man hat ſogar metallene Spitzen für zu wirkſam gehalten, und an deren Stelle, faſt bey allen mediciniſch-elektriſchen Geräthſchaften, die ich geſehen habe, hölzerne gebraucht. Dieß iſt, wie ich geſtehen muß, eine ſichere Methode, den Gebrauch der Elektricität völlig unſchädlich zu machen. Denn aus vielen Verſuchen, die ich Ihnen bisher gezeigt habe, muß es Ihnen, dünkt mich, einleuchten, daß die elektriſche Materie, ſo gebraucht, nie in die Haut eindringen, ſondern immer längſt der Oberfläche des Körpers hingehen könne, durch welchen ſie in die Erde geleitet wird. Setzt man den Kranken auf einen iſolirten Stuhl, und zieht Funken aus dem leidenden Theile, ſo wird auch hier die Haut allein afficirt, denn der Funke iſt nichts anders, als eine Entladung der Atmoſphäre, die den Körper umgiebt, mittelſt der leitenden Theilchen, welche auf der Oberfläche liegen, und ſtatt der Belegung dienen *).

Bisher haben wir das Vermögen der elektriſchen Materie betrachtet, das Syſtem des Menſchen zu verändern, ihm zu ſchaden, und es gänzlich zu verderben. Dieß muß uns natürlich in unſern Bemühungen weiter führen, um zu beſtimmen: erſtlich, die Entfernung, bis zu welcher uns die Kraft, welche durch eine Anhäufung der elektriſchen Materie in der Natur entſteht, erreichen könne; zweytens, die Art und Weiſe, wie wir

*) Sollten des Verfaſſers Verſuche wohl entſcheidend genug ſeyn, um eine Methode, die Elektricität bey Krankheiten anzuwenden, als völlig unwirkſam zu verwerfen, welche nach den Erfahrungen ſo vieler, die ſich mit der mediciniſchen Elektricität beſchäftigt haben, gerade die wirkſamſte iſt, und am ſicherſten gebraucht werden kann? — A. d. U.

wir uns nach den bekannten Grundsätzen unserer Wissenschaft dagegen schützen mögen.

Die größte Gefahr bey einem Gewitter ist zwischen den beyden nächsten Enden von den correspondirenden Stellen der geladenen Atmosphäre, d. i. innerhalb des Raumes der unelektrisirten Luft, welche jederzeit den positiven Theil der geladenen Wolke von dem negativen Theile derselben trennt. Je weiter man aber auf jeder Seite dieses Raumes in den positiven oder negativen Theil desselben hineingeht, desto weiter entfernt man sich von der Gefahr.

Die Idee, mit der ich Sie jetzt bekannt zu machen wünsche, wird durch ein Beyspiel noch deutlicher werden, auf das ich mich bereits bezogen habe.

Nehmen Sie eine Leidner Flasche, fünf Zoll im Durchmesser, und dreyzehn bis vierzehn Zoll hoch. Diese belegen Sie inwendig so hoch, daß von dem obern Rande derselben angerechnet noch ein Raum von $2\frac{1}{2}$ Zoll unbelegt bleibt. An der auswendigen Seite lassen Sie die Belegung nicht höher, als einen Zoll von dem Boden angerechnet heraufgehen. Wenn nun die Flasche auf diese Art belegt ist, so laden Sie selbige, und es wird ein Funke aus dem auswendigen Stanniol auf den inwendigen überschlagen, und dieser wird die Gestalt eines Baumes haben, dessen Stamm an Größe und Glanz, folglich auch an Stärke zunimmt, je mehr er sich dem Rande des Gefäßes nähert, weil sich die Aeste, welche von allen Theilen des Glases ausgehen, in ihm vereinigen. Zwey Zoll vom Rande wird er ein Körper oder Strom, und hier wirkt er mit stärkster Kraft.

Wenn zwey Wolken, oder die zwey correspondirenden Theile einer Wolke durch eine Entladung ihr Gleichgewicht wiederherstellen, so erfolgen gerade die nähmlichen Erscheinungen, wie beym vorigen Versuche. An jedem Ende des Blitzes bildet sich eine Menge kleiner

Ströme,

Ströme, die ſich wieder in einen Körper vereinigen, deſſen Wirkſamkeit ſich bloß auf den Raum einſchränkt, welcher den poſitiven Theil von dem negativen trennt. In unſerer Gegend kommen dieſe Erſcheinungen ſehr oft vor, allein ſie werden dem Auge immer durch Wolken, die ſich vorziehen, verborgen. Als ich über das Jura-Gebürge weggieng, folgten in einer Nacht, bey einem Gewitter, die Blitze ſo ſchnell auf einander, daß ich wohl dreyßig in einer Minute zählen konnte. Allein da ich mich auf einer ſo beträchtlichen Höhe befand, ſo konnte ich keinen anders ſehen, als entweder zum Theil oder ganz ſo, wie ich Ihnen den Blitz eben beſchrieben habe. Bisweilen verbarg mir eine niedrige Wolke eine von den beyden geladenen Stellen, und in dieſem Fall nahm der Blitz die Geſtalt eines Baumes an, von dem man Stamm und Aeſte ſehen konnte. Bisweilen war der Stamm nicht zu ſehen, und dann konnte man auf jeder Seite die Aeſte allein wahrnehmen. Bisweilen verdeckten die Wolken alles, bis auf den Stamm, und dann ſah der Blitz ganz ſo aus, wie gewöhnlich, wenn man ſich in einer niedrigen Gegend befindet.

Aus den Umſtänden, die ich nunmehr feſtgeſetzt habe, ergiebt ſich, daß der Blitz in dem Raume am gefährlichſten ſeyn muß, durch welchen die ganze Maſſe elektriſcher Materie durchgeht, und daß, je weiter man in die Wolke hinein kömmt, der entſtandene Strom immer ſchwächer und ſchwächer wird, wie ein Bach, welcher immer kleiner wird, je mehr man ſich der Stelle nahet, wo er entſpringt. Für uns alſo, die wir uns auf der Erde befinden, kann nicht eher Gefahr entſtehen, als wenn die Wolken ſo niedrig ſind, daß der Luftraum zwiſchen den geladenen Stellen dem Uebergange der elektriſchen Materie ſtärker widerſteht, als die Erde nebſt dem Stück Atmoſphäre, welches ſich zwiſchen ihr

und

und der Wolke befindet, und zwischen beyden die Schlagweite bildet.

Berührt die geladene Wolke den Erdboden, so wird die elektrische Materie unter der Gestalt von mehrern Strömen in die Erde übergehen, und die Größe der Gefahr wird sich nach der Größe des einzelnen Stromes richten, welcher durch einen bestimmten Theil der Erde geht, und auf diese Weise werden sich verschiedene besondre Stellen zwar zu einer Zeit, aber nicht in einerley Gefahr befinden. Daher schlägt auch ein Blitz oft in mehrere Gebäude, welche nicht weit von einander stehen, der Schaden aber, den sie erleiden, ist dem Grade nach verschieden.

Die Schlagweite, oder die Länge des Raumes, wo die größte Gefahr statt findet, hängt von der Stärke der Ladung ab, und nicht von der Größe des geladenen Körpers. Dieß habe ich Ihnen bereits durch mehrere Versuche gezeigt. Wir können daher mit Sicherheit schließen, daß, je länger sich eine geladene Wolke in der Nähe von einem feuchten Boden befindet, desto mehr die Länge ihrer Schlagweite, mithin auch die Gefahr abnimmt, wenn nähmlich die Spitzen und hohen Gegenstände auf der Erde die elektrische Materie in größerer Menge ableiten, als neue Materie zugeführt werden kann.

Aus dem bereits Gesagten erhellt auch, daß nicht alle Theile des Verbindungskreises, durch welchen sich eine Gewitterwolke entladen kann, gleich gefährlich sind, und daß sich die größte Gefahr lange nicht so weit erstreckt, als der Raum, innerhalb welchem man ihr in einem mehr oder weniger geringeren Grade ausgesetzt ist. Man muß jedoch bemerken, daß mit der Vergrößerung der Wolke auch der Zufluß von Materie zunimmt, von welcher der große Blitzkörper gebildet wird, und daß die Länge des Raumes, wo die größte Gefahr

statt

statt findet, immer mit dem Durchmesser der Wolke größer wird, und gegen ihn in einem gewissen Verhältnisse bleibt. Diesen Durchmesser bestimmen zu können, hat man zwey Methoden empfohlen; allein, ich muß gestehen, daß mir keine von beyden die erforderliche Genauigkeit zu haben scheint.

Erstlich, wenn man den Raum auf der Erde mißt, der durch einen Gewitterregen befeuchtet wird, so soll man auf diese Art die Größe der Gewitterwolke bestimmen können. Dieß läßt sich in einer bergigen Gegend wohl thun; denn hier kann man, wenn es nicht weit ist, recht gut sehen, wie weit der Regen geht, da er nähmlich ein gewisses Stück von der bergigen Gegend vor unserem Auge verbirgt. Den Durchmesser desselben kann man also nach der Entfernung von bekannten Gegenständen, von denen er eingeschlossen wird, genau angeben. Die Gewitterregen, welche ich beobachtet habe, wären dem Durchmesser nach sehr verschieden, von einigen hundert Ellen bis zu zwey englischen Meilen. Man muß jedoch bemerken, daß das Vacuum, welches sogleich, nach Entfernung der elektrischen Materie, entstehen muß, seinen Einfluß sehr weit ausdehnt, und durch Verdünnen der Atmosphäre noch weit über die Grenzen der geladenen Wolke hinaus, ein Herabfallen des Regens hervorbringt.

Zweytens, man kann die Geschwindigkeit einer Wolke kennen lernen, wenn man ihre Höhe mißt, und die Zeit, welche irgend eine bestimmte Erscheinung in ihr braucht, um einen gewissen Winkel zu beschreiben. Dieß kann in einer sehr kurzen Zeit geschehen; und wenn dieß geschehen ist, so muß man wieder den Augenblick abwarten, in welchem die Wolke auf unsere aufgerichteten Ableiter Einfluß hat, und mit gleicher Aufmerksamkeit aufzeichnen, wenn die Spuren davon wieder verschwinden. Wenn man diese Umstände und die Geschwin-

schwindigkeit der Wolke weiß, so kann man ihre Größe genau angeben.

Nach einem Tagebuche von Herrn Brooke, das ich besitze, scheint einerley Elektricität nicht über funfzehen Minuten zu dauern. Wenn die Anzeichen des sich nahenden Gewitters entscheidend waren, so dauerte auch gemeiniglich die entgegengesetzte Elektricität eben so lange, und der Zeitraum zwischen beyden Elektricitäten betrug selten mehr, als $\frac{1}{10}$ des ganzen.

Wenn wir nun annehmen, daß sich die Wolke in diesem Falle acht englische Meilen in einer Stunde fortbewegt habe, so mußte sie vier Meilen im Durchmesser gehalten haben. In mehrern Fällen aber erfolgten die vorher angegebenen Ladungen der Elektricität in zwey Minuten. Dieß ereignete sich mehrmals hinter einander, und jedesmal sah man zuletzt einen Blitz. In allen diesen Fällen nun müssen wir, wenn wir den Durchmesser der Wolke eine englische Meile betragen lassen wollen, annehmen, daß sie sich in einer Stunde auf dreyßig Meilen fortbewege, und in einem solchen Falle würde ein Zehentheil des Ganzen, oder der Raum, wo man der größten Gefahr ausgesetzt wäre, nicht über 540 Fuß betragen. Allein, angenommen, die Wolke wäre so groß, daß sie sich bis auf zwey englische Meilen weit erstreckte, so würden doch, bey ihrem Herablassen gegen die Erde mehrere Umstände ihre Angriffe vereiteln, ihre Richtung ändern, oder ihre Gewalt schwächen und vielleicht völlig vernichten.

1) Auf der ganzen Erdfläche, über welcher die Wolke schwebt, befindet sich eine Menge von Spitzen und andern hervorragenden Gegenständen. Diese tragen alle etwas dazu bey, die elektrische Materie abzuleiten. In Rücksicht der Fähigkeit, die elektrische Materie allmählig abzuleiten, habe ich zwischen den metallenen und vollkommenen Leitern nur eine sehr geringe Verschiedenheit

denheit entdecken können. Ich muß noch hinzu setzen, daß die elektrische Materie durch einen aufgerichteten Drath, beym Annähern der Wolke, gerade so herabströmt, als wenn sich eine Batterie von vier bis fünf Morgen belegter Fläche in zwanzig oder dreyßig Secunden entladete. Wenn nun also Millionen von andern Leitern zu gleicher Zeit auf die nähmliche Art wirken, so muß es wahrhaftig eine unermeßlich große Wolke seyn, wenn ihre Schlagweite unter solchen Umständen nicht beträchtlich verringert, oder ihre Kraft völlig erschöpft werden soll.

2) Bloße Metalle leiten die elektrische Materie besser, als geladene Flächen. Wenn man eine auf der einen Seite mit Stanniol belegte Glastafel ladet, und in den Verbindungskreis einer geladenen Flasche bringt, so, daß die Ladung derselben über die andere unbelegte Seite der Glastafel weggehen muß, so wird die leuchtende Schlagweite viermal so groß seyn, als in der Luft. Eine ähnliche Verbindung von Ladungen, wie ich so eben beschrieben habe, muß öfters in den obern Regionen der Atmosphäre statt finden; denn die geladenen Wolken müssen schichtweis über einander liegen, und bey der Verschiedenheit ihrer Bewegungen, welche durch ihr gegenseitiges Anziehen, und durch eine Menge andrer Ursachen, die ihren verschiedenen Lauf bewirken, hervorgebracht wird, einander beständig zu Ausladern dienen. Daher finden wir auch, daß von tausend Blitzen neunhundert und neun und neunzig von einer Wolke zur andern durch die Luft schlagen.

Mehrere berühmte Elektriker haben sich jedoch mit der Frage beschäftigt, ob uns nicht auch die Blitze in den obern Regionen der Atmosphäre Gefahr bringen könnten. Der Graf Stanhope, und andere, welche seine Theorie annehmen, haben sie bejahet. Sie sagen, ein Mensch könne drey Meilen und noch viel weiter

von

von dem Blitze entfernt, getödtet werden. Ich gestehe, daß mich die Vorstellung dieser schrecklichen Gefahr eben nicht beunruhigt. Denn bis jetzt habe ich mich noch nicht weder durch Erfahrung, noch mit Hülfe anerkannter Grundsätze von der Wahrheit einer Theorie überzeugen können, die so furchtbar ist, als die Theorie von dem Rückschlage.

Ich will Ihnen jetzt diese Theorie nebst den Gründen oder Thatsachen, auf welche sie sich stützt, bekannt machen. Ich werde Ihnen also kürzlich die Art und Weise erklären, auf welche man sie auf die Naturerscheinungen anzuwenden pflegt, und zugleich auch meine Einwürfe dagegen vortragen.

Man sagt, daß eine geladene Wolke, wenn sie sich einem andern Körper nähere, vermöge der zurückstoßenden Kraft ihrer Ladung, einen Theil von der natürlichen Elektricität jenes Körpers aus ihm heraustreibe, welcher daher negativ werde, im Verhältniß zu der positiven Ladung der Wolke. Wenn also die Wolke entladen werde, so kehre die Materie, welche durch ihr Zurückstoßen aus dem nahe liegenden Körper ausgetrieben worden, wieder in denselben zurück, und zwar mit einer Gewalt, welche mit ihrer Quantität im Verhältniß stehe, und diese solle oft hinreichend seyn, den Körper zu vernichten.

Eben so sollen auch zwey Wolken, wenn sie sich der Erde nähern, aus einem bestimmten Theile der letztern eine gewisse Menge von der natürlichen Elektricität dieses Theils an eine entferntere Stelle zurücktreiben, folglich diese zurückgestoßene Materie in der Erde an ihre vorige Stelle zurückkehren, wenn sich eine von diesen Wolken in die andere entladet, und diese Rückkehr der elektrischen Materie von Gefahr und Verderben begleitet werden.

Man muß aber doch dem Grafen Stanhope die Gerechtigkeit widerfahren lassen, daß er nicht das Wort, Zurückstoßen, gebraucht. Folgendes ist seine eigene Beschreibung von dieser Theorie etwas abgekürzt.

Fig. 50. Taf. 2.

P C stellt einen positiv geladenen Leiter vor, A B einen kleinern ungeladenen Leiter, und dieser ist so gestellt, daß sein Ende A so eben in die Atmosphäre von P C kömmt. In diesem Falle, sagt er, mache die überflüßige Menge von P C, der Natur des elektrischen Gleichgewichts zu Folge, daß etwas von der natürlichen Elektricität von A B von A nach B hingehe. Durch diese Veränderung bleibe A in einem verschiedenen, d. h. einem negativen Zustande, und B werde, wegen des erhaltenen Zusatzes, positiv. Werde aber P die überflüßige Menge entzogen, so gehe die positive Elektricität von B wieder nach A zurück, und dieses Zurückkehren der elektrischen Materie an ihre vorige Stelle nennt er den Rückschlag.

Nun soll aber P C negativ geladen, und A, wie zuvor, so eben in seine Atmosphäre gestellt worden seyn; hier müsse gleichfalls, der Natur des elektrischen Gleichgewichts zu Folge, etwas von der natürlichen Elektricität des kleinen Leiters von B nach A hingehen; dieß werde jedoch, vermöge des Widerstandes, aufgehalten, und bringe eine Anhäufung der elektrischen Materie hervor. Mithin bleibe B in einem negativen Zustande. Würde folglich P C entladen, so entstehe ein Rückschlag von A auf B.

Der Grund von diesen Wirkungen, welcher in dieser Theorie durch die Worte: — „der Natur eines elektrischen Gleichgewichts zu Folge“ angedeutet ist, wird

wird an einer andern Stelle durch andre Worte ausgedrückt, wo es heißt, „Daß die Atmosphäre von P C gegen A drücke, und sich bestrebe, in selbiges hineinzukommen, (tends to enter)“. Dieser Ausdruck ist nicht ganz verständlich. Wenn aber der Graf Stanhope im Allgemeinen ein elektrisches Gleichgewicht annimmt, so sehe ich nicht ein, wie sich dieß mit den Kräften, die er ihm in seiner Theorie beylegt, vereinigen lassen möchte. Denn wenn es einen nicht zu bezweifelnden Grundsaz in unserer Wissenschaft giebt, so ist es gewiß der folgende:

Wenn eine Fläche oder ein Körper positiv oder negativ geladen ist, so wird sie oder er keine elektrische Materie gehen lassen oder aufnehmen, als in wiefern die correspondirende negative oder positive Fläche eben so viel mehr erhalten hat, oder ihr eben so viel entzogen worden ist. Bringt man die positive Seite einer geladenen und isolirten Leidner Flasche nahe an einen negativ geladenen Leiter, so wird sie von der ihr zuvor mitgetheilten Elektricität nichts gehen lassen. Eben so ist auch die positive und negative Elektricität von zwey geladenen Luftschichten völlig unbeweglich und unwirksam, so lange zwischen ihnen keine Verbindung statt findet. Sind sie beyde isolirt, so kann man das empfindlichste Elektrometer dazwischen bringen, ohne daß es nur ein sehr schwaches Zeichen von Elektricität geben sollte. Wenn aber dieß wirklich der Fall ist, was soll denn, bey dem Versuche des Grafen Stanhope, die Atmosphäre von P C bewegen, aus A B etwas von seiner natürlichen Elektricität heraus zu treiben? Denn es wird nie angenommen, daß sich A B an der negativen Stelle befinde, welche der positiven Elektricität von P C

correſpondirt. Dieß iſt jedoch wirklich ſo, allein es hebt die Nothwendigkeit dieſer Theorie auf. *)

Wenn A B, beym Verſuche, entgegengeſetzte Elektricität von P C anzeigte, ſo war es allemal ſehr weit davon; war der Leiter P C ſechs Fuß lang, ſo zeigte A B nicht anders entgegengeſetzte Elektricität, als wenn es drey Fuß davon abſtand, oder wenn es an die Stelle in der Luft kam, die der Atmosphäre von P C correſpondirte. **)

Ferner, wenn der Graf Stanhope recht hat, warum erfolgen nicht auch die beſchriebenen Wirkungen, wenn A B näher an P C gebracht wird? Warum ſtößt die Atmosphäre von P C nicht einen Theil der Elektricität von A B bey einer Entfernung ſo gut, als bey der andern fort? Wenn er hier richtig urtheilt, ſo ſollte man doch erwarten, daß die auf A B wirkende Kraft durch die Annäherung an den Leiter ſtärker werden müßte; allein es erfolgt gerade das Gegentheil. ***)

Noch

*) Man darf ſich über dieſe wirklich ſonderbaren Aeuſſerungen des Verfaſſers über dieſen Gegenſtand nicht wundern, wenn man erwägt, daß er von der Theorie von den ſogenannten elektriſchen Atmosphären nie etwas wiſſen will. A. d. U.

**) Jeder unelektriſirte Körper erhält innerhalb des Wirkungskreiſes eines elektriſirten, in jeder Entfernung, die entgegengeſetzte Elektricität, wofern er dem letztern nicht bis auf die eigentliche Schlagweite genähert wird. Denn hier muß natürlich ein Uebergang der elektriſchen Materie erfolgen, mithin müſſen dann beyde Körper einerley Elektricität beſitzen. — Dieſe Behauptung läßt ſich durch Verſuche ſehr leicht und unumſtößlich darthun. A. d. U.

***) Keinesweges. Es müßte denn ein wirklicher Uebergang der elektriſchen Materie erfolgen. A. d. U.

Digitized by Google

Noch weiter, A B, ein metallener Körper, soll sich, heißt es, zu einer Zeit in zwey verschiedenen Zuständen befinden. Giebt es wohl in der Elektricität eine einzige Thatsache, wodurch eine solche Behauptung bewährt würde? Was läßt sich wohl in der Elektricität erklären, wenn wir annehmen wollen, daß bey vollkommenen Leitern das elektrische Gleichgewicht gestöret werden könne, oder daß sich zwey verschiedene Theile von ihnen zu einer Zeit in zwey verschiedenen Zuständen befinden können, wenn keine Art von Isoliren den positiven Theil von dem negativen trennt, sondern im Gegentheil eine Verbindung statt findet, die in jedem andern Falle sogleich eine Wiederherstellung des Gleichgewichts bewirkt haben würde? *)

Sie wissen, daß der Graf Stanhope seinen Versuch mit Metall gemacht hat, das von Luft umgeben war. Wie sollte man, gegen jedes bekannte Gesetz der Elektricitätslehre, diese Wirkung dem Metalle zuschreiben können, da es doch mit allen bekannten Gesetzen übereinstimmt, daß die Luft allein afficirt werde? Hätte man A B in eine Glasröhre eingeschlossen, so, daß bloß das Ende A B herausgesteckt hätte, so würde, wenn der Graf recht hätte, in Ansehung der Wirkungen, die er beschreibt, keine Veränderung statt gefunden haben; denn P C würde

*) Allerdings. Wie denn eine solche Wiederherstellung des Gleichgewichts auch augenblicklich erfolgt, sobald der leitende Körper aus der Atmosphäre des elektrisirten heraus kömmt. Allein so lange er sich innerhalb derselben befindet, wird sein natürliches + E oder — E oder doch wenigstens ein Theil davon durch das — E oder + E des elektrisirten Körpers gebunden, kann sich folglich in diesem Zustande mit dem entgegengesetzten freyen E nicht vermischen, oder sättigen. A. d. U.

immer noch die nähmliche Kraft beſeſſen haben, die elektriſchen Theilchen in A nach B hinzutreiben. Wirklich hätte auch der vermehrte Widerſtand in B eher die Anhäufung, die man hier annimmt, begünſtigen müſſen. Allein das Reſultat dürfte ganz anders ausgefallen ſeyn, als es jene Theorie erfordert haben würde. *)

Noch weiter endlich, man hat von der Theorie des Grafen Stanhope keine Erklärung von den Erſcheinungen des Verſuchs, auf welchen ſie ſich gründet, verlangt. Auf den verſchiedenen Zeichen, welche Korkkugeln, die man zwiſchen A B gebracht hatte, von ſich gaben, beruhet die ganze Folgerung, daß beyde zu gleicher Zeit mit zwey verſchiedenen Atmoſphären in Verbindung geſtanden hätten. Man könnte Korkkugeln zwiſchen die poſitive und negative Seite einer Leidner Flaſche bringen, und dieſe würden eben ſo verſchiedene Zeichen von ſich geben, welches ſich nach ähnlichen Grundſätzen erklären laſſen dürfte.

Wäre die vorhergehende Theorie irrig, ſo würde es thöricht ſeyn, ſie anzuwenden. Allein wenn ſie auch wahr wäre, ſo könnte doch die Anwendung falſch ſeyn.

*) Gegen die Behauptung, daß ein leitender Körper nie ſelbſt, ſondern nur die ihn umgebende Luft geladen werde, laſſen ſich doch wohl noch mancherley Zweifel erregen. Allein, wenn ſie auch völlig gegründet wäre, ſo ſehe ich nicht ein, warum man nicht das, was man in dem gegenwärtigen Falle von den leitenden Körpern ſagt, mit dem nähmlichen Rechte auf die ſie umgebende Luft ſollte übertragen können, mit welchem der Verfaſſer andere elektriſche Erſcheinungen, die man an elektriſirten Leitern wahrnimmt, nicht den Leitern ſelbſt, ſondern der ſie umgebenden Luft zuſchreibt. A. d. U.

Digitized by Google

seyn. Dieß ist hier wirklich der Fall. *) Ich sehe zwischen den Versuchen, und den Naturerscheinungen, die man durch sie erklären will, keine Aehnlichkeit. Wenn man P C als eine Wolke betrachtet, so können wir ohnmöglich zugeben, was die Theorie fordert, nähmlich daß A B die Erde vorstellen, oder daß man von dem, was bey einem isolirten Körper geschieht, annehmen solle, daß es auch bey einem unisolirten statt finde. — Zwischen dem, was hier angenommen wird, und was wirklich statt findet, ist der Unterschied so groß, daß man schlechterdings beyde Fälle von einander trennen muß. Weiter, wenn P C entladen ist, so soll, sagt der Graf, das Negative an dem einen Theile von A B durch das Positive aus dem andern ersetzt werden, und diese Wiederherstellung des Gleichgewichtes Kraft genug haben, Menschen zu tödten, Häuser und andere Gegenstände von Bedeutung zu zerstören.

Wir wollen zugeben, die Kraft, welche bey dieser Theorie erfordert wird, werde wirklich auf die so eben beschriebene Weise wirksam, welchen Grund haben wir denn aber zu glauben, daß sie bis zu dem vorausgesetzten Grade wirksam werde? Der Graf Stanhope meynt, daß die natürliche Elektricität, die man uns ohne Nachtheil entziehen, und welche Stunden lang von uns seyn kann, ohne daß wir es fühlen, in solcher Menge vorhanden sey, daß sie uns durch die Bewegung bey ihrem Rückgange tödten könne. Allein was hat man für Gründe, dieß zu glauben?

*) Hierinnen wird man dem Verfasser gern recht geben. Wirklich lassen sich der Anwendung der Theorie des Grafen Stanhope auf Naturerscheinungen sehr erhebliche Einwürfe entgegensetzen. S. J. A. H. Reimarus Neuere Bemerkungen vom Blitze. Hamburg, 1794. 8. §. 78. — 83. S. 176. u. f.

A. d. U.

ben? Bis jetzt wenigſtens iſt es noch ganz und gar nicht erwieſen, und man könnte vielleicht aus gleichen, oder, wie ich glaube, aus triftigern Gründen behaupten, daß der gröſtmöglichſte Verluſt unſerer natürlichen Elektricität ſehr wenig oder gar nichts betrüge, als jene, wenn ſie ſagen, daß dadurch Metall geſchmolzen und Menſchen getödtet werden könnten. Ich muß noch hinzuſetzen, daß, wenn die Gewalt des Rückſchlages wirklich ſo groß ſeyn ſolle, als nach jener Theorie erfordert wird, nicht nur überhaupt kein vernünftiger Grund von einer ſo kühnen Vermuthung angegeben wird, ſondern auch nicht einmal da, wo es doch ſehr leicht hätte geſchehen können.

Wenn der Rückſchlag einer Gewitterwolke große Gebäude zerſtören kann, ſo müßte man doch durch die künſtliche Elektricität einen ähnlichen Schlag hervorbringen können, womit man im Stande wäre, einen Vogel oder eine Maus zu tödten, oder eine andre ähnliche Wirkung hervor zu bringen. Wenn ich mit Grunde ſagen darf, der Rückſchlag ſchmelze in der Natur das Eiſen von einem Wagenrade, ſo müßte ſich auch ſicher mit unſern großen Maſchinen, die wir jetzt haben, ein ſolcher Rückſchlag hervorbringen laſſen, womit man einen ſehr feinen Metalldrath ſchmelzen könnte. Allein die Vertheidiger jener Theorie haben nie ſo etwas hervorgebracht, oder verſucht, und ich wage es, von meiner eigenen Erfahrung geleitet, zu prophezeyen, daß nie etwas dieſer Art jemals werde hervorgebracht werden.

Erlauben Sie mir noch zu ſagen, daß dasjenige, was ich zuvor von der Theorie ſelbſt behauptet habe, auch von ihrer Anwendung gelte. Wir haben ſo etwas gar nicht nöthig. Auch ohne jene Theorie läßt ſich jede Naturerſcheinung leicht erklären. Wenn eine Wolke von ſehr großem Umfange iſt, d. h. wenn ihr körperlicher

cher Inhalt z. B. einen Luftraum, zwey oder drey englische Meilen lang, einnimmt, so wird die überflüßige Menge der elektrischen Materie bey ihrer Entladung durch verschiedene Kanäle gehen, und alle nahe liegenden leitenden Körper werden dazu dienen, die verschiedenen Theile der Wolke unter einander zu verbinden, so, daß zur Zeit des Schlages, noch sehr weit von dem Orte, wo er am heftigsten ist, mehrere verschiedene Gegenstände von ihm getroffen werden können, weil sie sich offenbar in seinem Verbindungskreise befinden.

Ich komme wieder auf den Gegenstand zurück, den wir in der Absicht verließen, um uns mit der Theorie des Grafen Stanhope bekannt zu machen. Wir haben uns bisher damit beschäftigt, die merkwürdigsten von den besondern Umständen, welche bey der Entladung einer Gewitterwolke vorkommen, zu untersuchen, die Verschiedenheit der damit verbundenen Gefahr zu bestimmen, und die Umstände anzugeben, aus denen man abnehmen könne, wie weit sie sich erstrecke. Ich will nunmehr weiter gehen, und Ihnen die Umstände angeben, von denen man mit Gewißheit überzeugt seyn kann, daß sie uns eine nahe Gefahr verkündigen. Diese sind folgende:

1) Ein schnelles Annähern der geladenen Wolken. — Je länger sich eine gewisse Menge geladener Luft über der Erde aufhält, desto stärker ist der Einfluß, den, wie ich Ihnen bereits gezeigt habe, Spitzen und andere hohe Gegenstände auf sie haben. Wenn aber eine Wolke erst über unsern Häuptern entsteht, so sind wir ihrer ganzen Wuth ausgesetzt. Eben dieß gilt von einer Wolke, welche, wenn sie uns nahe ist, immer finsterer und finsterer wird. Denn daraus können wir abnehmen, daß das Anhäufen von elektrischer Materie durch keine Verminderung derselben geschwächt, und daher die Ladung bald die

Stärke erreichen werde, welche zur Entladung erforderlich iſt.

2) Die ſenkrechte Richtung der Blitze. — Dieß iſt ein ſichrer Beweis, daß ſich die geladenen Wolken in der Höhe befinden, von welcher der Schlag bis auf die Erde kommen kann. Einige Elektriker haben den Umſtand, daß man bisweilen in einem Augenblicke zwey Blitze zugleich ſiehet, für einen Beweis von der Behauptung angeſehen, daß die Erde wie ein Auslader wirke. Allein wenn dieß gleich oft der Fall ſeyn mag, ſo können doch die beyden Enden eines Blitzes, der hinter einer Wolke wegfährt, mithin nicht ganz geſehen werden kann, eben dieſe Erſcheinung veranlaſſen. Dieſer Beweis iſt folglich nicht hinlänglich, und man kann ihn nur als einen ſolchen betrachten, der jene Behauptung einigermaßen wahrſcheinlich macht.

3) Ein iſolirter Ableiter giebt denen, welche mit dieſen Dingen hinlänglich bekannt ſind, untrügliche Merkmale an. Wenn die Gefahr nahe iſt, ſo zeigt ſich da, wo er unterbrochen iſt, ein ganzer Strom von Funken. Hört dieſer Strom, wenn er einige Zeit gedauert hat, auf einmal plötzlich auf, und fängt, nachdem jedes Zeichen von Elektricität verſchwunden war, ſchnell wieder mit entgegengeſetzter Elektricität an, ſo kann man ſicher ſeyn, daß da, als die Funken aufhörten, die gröſte Gefahr geweſen ſey. Der Strom der elektriſchen Materie, welcher in dieſem Falle ſehr ſtark und heftig iſt, wird von mehrern auf einander folgenden ſtarken Tönen begleitet, welche Herr Brooke ſehr paſſend mit dem Getöſe einer Glocke auf einer Kirche oder einem Thurme, gleich nachdem ſie zu ſchlagen aufgehört hat, vergleicht.

Wenn wir nun annehmen, daß uns jene Merkmale wirklich richtig anzeigen, daß wir uns innerhalb der

Schlag-

Schlagweite einer Gewitterwolke befinden, ſo iſt es auch unter ſolchen Umſtänden von Wichtigkeit zu wiſſen, wie wir die bevorſtehende Gefahr von uns abwenden können.

Wenn der Blitz in Ihr Zimmer ſchlagen ſollte, ſo können Sie ſicher ſeyn, daß er immer von einem Leiter zum andern gehen wird; und dieſe Leiter werden immer die Bekleidungen ihrer Mauern und Wände ſeyn. Sie werden ſich alſo mitten in Ihr Zimmer ſetzen müſſen, denn alsdann wird Sie die Luft von der Decke und den Wänden des Zimmers ſcheiden, und auf dieſe Weiſe den Verbindungskreis ſo unterbrechen, daß der Schlag nothwendig lieber durch die verbundenen Theile des Zimmers gehen muß.

Im Freyen thut man am beſten, wenn man ſich von allen hohen und ſpitzigen Gegenſtänden etwas entfernt hält. Denn tritt man während des Gewitters, an ſolche Gegenſtände nahe hinan, ſo kann man auf dieſe Art zu einem Theile ihres Verbindungskreiſes werden, gerade, wie wenn man ſich nahe an eine Mauer oder Wand ſtellt. Ueberdieß kann man, wenn ein ſolcher Gegenſtand vom Blitz getroffen wird, auch durch das Zerſplittern deſſelben getödtet werden. Man hat ſehr viel Beyſpiele, daß Reiſende, die bey Gewittern unter hohen Bäumen Schutz ſuchten, entweder durch den Blitz getödtet, oder durch die zerſchmetterten Stücken des Baumes zerriſſen worden ſind.

Im Freyen muß man den Flüſſen und Bächen, und hauptſächlich auch den friſchen Waſſerſtrömen, welche durch den Gewitterregen entſtanden ſind, nicht zu nahe kommen. Denn dieſe ſind alle vortreffliche Ausladen, und wenn man nahe zu ihnen hinzutritt, ſo iſt die Länge eines Menſchen hinlänglich hoch, um dem Blitze einen Weg beſtimmen, und die Schlagweite deſſelben verlängern zu können.

Im

Im Freyen kann jeder bedeckte Wagen zum Schuße dienen, wofern man nähmlich nur einige Zoll von den Seiten entfernt sißen kann. Wirklich könnte man Wagen dadurch sehr sicher machen, wenn man sie oben und unten mit dünnen metallenen Bändern versähe, und diese mit einem Streifen von der nähmlichen Substanz zusammen verbände.

Alle Elektriker behaupten, daß man Gebäude und Schiffe durch gewisse Mittel völlig gegen die nachtheiligen Wirkungen des Blißes schüßen könne. Allein alle bisher vorgeschriebenen Methoden sind nicht zuverlässig genug gewesen, weil der Bliß oft innerhalb ihres Wirkungskreises Schaden gethan hat. Man hat sehr viel Beyspiele, daß Häuser, die mit einem Ableiter versehen waren, Schaden gelitten haben, und es ist uns bekannt genug, daß man sich viel Mühe gegeben hat, einen Fall zu untersuchen, wo ein Gebäude, das mit sechs spißigen Ableitern versehen war, durch einen einzigen Wetterstral in Brand gerieth.

Meiner Meynung nach kann man nur dann die besten Mittel, sich vor dem Blißе zu schüßen, ausfindig machen, wenn man die verschiedenen gefährlichen Umstände, welche vorkommen können, genau untersucht. Kennen wir diese genau, so haben wir zugleich alle erforderliche Anweisung zu Anlegung unserer Blißableiter. Mit andern Worten, wir müssen unsere Ableiter so einrichten, daß der Bliß schlechterdings durch keinen Verbindungskreis gehen kann, von dem sie nicht einen Theil ausmachen.

Fig. 51. Taf. 2.

B soll den Stand der geladenen Wolke vorstellen; A den Theil, welcher entgegengesezt geladen ist, oder der mit ihr in Verbindung steht; F G endlich einen spißigen Drath. In diesem Falle muß die elektrische

Materie

Materie entweder durch eine Reihe von einzelnen Leitern a, b, c, u. s. f. oder durch das Stück Erde, A F. gehen.

Wenn wir nun eines Theils auf die Trockenheit des Bodens Rücksicht nehmen, den man gewöhnlich zum Grunde der Gebäude zu wählen pflegt, so ist es wahrscheinlich, daß nichts, als der so trockne Boden, A von dem Drathe F G trenne, und daher gewiß, daß, wenn zwischen A und F G Wasser befindlich wäre, der Widerstand desselben sehr beträchtlich seyn würde. Wenn wir aber anderntheils die eisernen Nägel, Bolzen, Stangen, Bleystreifen, Klingeldräthe und anderes Metall-Geräthe, das in allen Häusern in Menge vorhanden ist, in Betrachtung ziehen, so werden wir es, dünkt mich, noch wahrscheinlicher finden, daß der Blitz eher durch a, b, c, d, u. s. f. als durch den Boden in die Wolke gehen könne.

Nun wollen wir noch einen zweyten Drath aufrichten, und die Gefahr würde doch noch fast eben so groß bleiben. Denn nun sind vier mögliche Verbindungskreise, durch welche der Blitz seinen Weg nehmen kann, und unter diesen scheint der, durch das Haus, der leichteste zu seyn. Soll ihn H I ohne Schaden fortleiten, so muß er durch den Luftkörper G I, oder über das Dach des Hauses weggehen. Aus den vorhergehenden Versuchen aber ist uns hinlänglich bekannt, daß die isolirende Eigenschaft der Luft in der Richtung I G einen beträchtlichen Widerstand leistet, und wenn man auch annehmen wollte, daß sie feucht wäre, so würde doch der Widerstand über das Dach weg nicht minder beträchtlich seyn. Wäre das Haus mit Bley gedeckt, so würde zwar die Wahrscheinlichkeit, daß ein Schlag entstehen könnte, geringer seyn, aber es würde doch immer noch geschehen können. Denn angenommen, der leichteste Verbindungskreis läge in der Richtung von

K M,

K M, so würde der Blitz eher, als er durch das Erdstück H K, oder F K, gehen sollte, einen leichtern Weg durch das Haus selbst, als durch einen von den Ableitern finden. Dieß würde der Fall nicht seyn, wenn ein Streifen von Bley oder einem andern Metall von K nach H, oder von K nach F hingienge. Ich war daher einst der Meynung, daß ein Haus vollkommen sicher seyn würde, wenn man Bleystreifen oben und unten um das Haus herumführte, und dann beyde mit einander durch zwey oder drey andre Metallstreifen verbände.

Doch ist mir, bey meinen Untersuchungen über die besondern Wirkungen des Blitzes auf Bäume, die von ihm getroffen worden waren, ein Fall vorgekommen, wo die vorher angegebene Methode nicht Schutz gewährt haben möchte. Wenn gleich in dem Falle, den ich meyne, ein großer Theil der Ladung unter der Rinde weggegangen war, und sie ganz abgeschlagen hatte, so war doch auch eine beträchtliche Menge bis in den Mittelpunkt des Baumes eingedrungen, und zwar mit solcher Gewalt, daß der Baum in vier Stücke zersprungen war. Die Wurzeln eines Baumes, welche nach allen Richtungen hinlaufen, und von denen einige weniger andere mehr tief in die Erde hineingehen, folglich auch die möglichen Verbindungskreise der elektrischen Materie, welche, wenn der Blitz in einen Baum schlägt, eben so zahlreich sind, als die Wurzeln, müssen einander in Rücksicht ihrer Verschiedenheiten gleich seyn. Trifft der Blitz die, welche unmittelbar in den Stamm hinauf geht, so muß der Schlag durch den Kern des Baumes gehen, und nothwendig die beschriebenen Wirkungen hervorbringen.

Wir wollen annehmen, ein Haus wäre auf eine feuchte Erdschicht, oder eine andre leitende Substanz gebauet, welche nicht weit von dem Hause sehr tief unten läge, und sich dann unter demselben plötzlich in die Höhe

Höhe zöge. In diesem Falle würde der Blitz, wenn die Schicht der Ladung zum Verbindungskreise dienen sollte, in den Mittelpunkt des Hauses eindringen, und nach allen Richtungen, zum größten Schaden des Hauses, mit Gewalt einen Weg nach den Ableitern oben auf dem Hause zu nehmen.

Alle mögliche Gefahr läßt sich vermeiden, wenn man, ehe das Haus gebauet wird, jede Scheidemauer von dem Grunde auf einen Bleystreifen setzt, oder das Bley an die Seiten derselben befestigt. Alle einzelnen Streifen müssen unter einander verbunden werden, und wenigstens ¼ Zoll stark und zwey Zoll breit seyn. An jeder Seite muß ein solcher Streifen von den verbundenen metallenen Leitern bis an die Oberfläche der Erde heraufgehen, und von hier muß wieder ein Streifen um das ganze Haus herum geführt, und dieser mit den Regenröhren ꝛc. sorgfältig verbunden werden. Die Streifen an den Seiten des Hauses sind alsdann weiter hinauf zu führen bis unter das Dach, wo man sich wieder der Methode bedienen kann, auf welche man das Haus unten schützen wollte. Der Forst des Daches ist ebenfalls mit Bleystreifen zu belegen, welche auch über jede Ecke und andre hervorragende Theile weg zu führen sind, und dann ununterbrochen bis an den obersten Theil von jedem Schornstein fortlaufen müssen.

Ich muß hauptsächlich die Beschützung der Schornsteine empfehlen. Ich selbst bin Augenzeuge von einem solchen Falle gewesen, wo ein Haus größtentheils auf die vorherbeschriebene Art gesichert war. Bloß die Schornsteine waren nicht beschützt; daher schlug der Blitz in den einen, that aber weiter keinen Schaden; allein das Fallen des Schornsteins auf das Dach hatte dennoch nachtheilige Folgen. Ich muß hierbey erinnern, daß Sie, wenn Sie ein Haus schützen wollen,

haupt-

hauptsächlich auf alle die Gegenstände Rücksicht nehmen müssen, welche wahrscheinlich der Wolke zum Verbindungskreise dienen werden. Daher haben Sie sorgfältig darauf zu sehen, daß Ihre Ableiter ununterbrochen fortgehen; denn im entgegengesetzten Falle würde wahrscheinlich Gefahr zu befürchten seyn.

Man kann mir allerdings einwenden, daß sich die Kosten von einem Ableiter, wie ich ihn angegeben habe, sehr hoch belaufen würden. Hierauf würde ich antworten, daß wir diese Kosten großentheils ersparen können, wenn wir die bleiernen Röhren, die an den meisten Häusern befindlich sind, mit gebrauchen, und zur Arbeit selbst den Bleyarbeiter, oder den Grobschmidt nehmen. Denn wenn man nur auf die Vorschriften, die ich Ihnen gegeben habe, Rücksicht nimmt, so ist die ganze erforderliche Geschicklichkeit die, daß die Bleystreifen an einander gehörig befestigt, und gut mit einander verbunden werden. Diese Arbeit würde sicher sehr vertheuert werden, wenn man sie einem Handwerksmann übertrüge. Dieser würde gewiß Sorge tragen, recht viel Metall zu gebrauchen, um dadurch die Wichtigkeit des übertragenen Geschäfts recht zu erhöhen, daß er es dem, von welchem er den Auftrag erhielt, so lästig als möglich machte.

Ich habe Fälle gesehen, wo Handwerker dieser Art eine eiserne Stange vierzig Fuß in die Höhe führten, dicht neben einer eben so langen bleyernen Regenröhre.

Das Beschützen der Schiffe kann wenig Schwierigkeiten haben. Um das Verdeck herum muß man einen Bleystreifen führen, und einen andern unten am Boden oder an der Seite des Kiels befestigen, diese beyden Streifen aber durch andere mit einander verbinden, welche an zwey verschiedenen Stellen an dem Schiffe heruntergehen. Ist der Boden des Schiffs mit Kupfer belegt, so braucht man bloß das Metall, welches

um

um das Verdeck herumgeht, mit dem Kupfer zu verbinden. In beyden Fällen aber muß noch ein besonderer Streifen von den übrigen Streifen nach jedem Mast hingehen. Auf diese Weise kann der Blitz unter dem Verdeck nicht den geringsten Schaden thun. Dieß ist ein sehr wichtiger Umstand. Denn die Ableiter, welche man gewöhnlich zur Beschützung der Masten aufgerichtet hat, sind beweglich, und da ist denn oft beträchtlicher Schade geschehen, wenn man verabsäumet hatte, sie in ihre gehörige Lage zu bringen.

Will man die Masten gegen die nachtheiligen Wirkungen des Blitzes sichern, so muß man längst dem Stag einen metallenen Körper so hoch als möglich hinauf gehen lassen. Insgemein hat man hierzu Ketten gebraucht. Allein Bleystreifen sind besser, auch laufen diese in einem Stücke fort; sie leiden von der Witterung und dem Seewasser nicht so leicht Schaden, als Eisen, und lassen sich, wie ich glaube, ohne Nachtheil von irgend einer Bewegung befestigen.

Sechs und zwanzigste Vorlesung.

Ueber die Entstehung oder die Ursachen der natürlichen Elektricität.

Ich habe Ihnen nunmehr bewiesen, daß alle Erscheinungen, welche bey Gewittern vorkommen, von der Wirksamkeit der elektrischen Materie, oder von ihrem Uebergange von einem Theile unserer Atmosphäre zu dem andern abhängen; ich habe Ihnen dann die verschiedenen Eigenschaften des Tons, des Lichts, der Richtung und der Gestalt, welche man bey diesen Erscheinungen wahrnimmt, beschrieben, und sie zu erklären gesucht, endlich habe ich mir auch Mühe gege-

den, die damit verbundenen Gefahren zu bestimmen, die Spuren derselben gewahr zu werden, und die besten Mittel ausfindig zu machen, sich gegen sie zu schüzzen. Ich will daher jezt weiter fortgehen, und die Ursachen hievon zu ergründen suchen.

Seit undenklichen Zeiten hat sich der menschliche Geist mit Vermuthungen über diesen Gegenstand beschäftigt, und so erleuchtet wir auch durch die neuern Entdeckungen seyn mögen, kommen uns doch die Ideen, welche sich die Theoretiker fast vor zwey tausend Jahren gebildet haben, eben so vernünftig vor, als die Ideen unserer berühmten neuern Naturforscher, welche ihre Augen vor dem hellen Lichte der Naturkunde mit Mühe geschlossen haben. In einigen Stücken ist Lucretius der Wahrheit so nahe gekommen, als Franklin. Ersterer schreibt den Donner den Stößen einer Wolke gegen die andere zu, und lezterer dem Reiben der Salztheilchen an den wässerigen Theilchen des Oceans.

Durch Bennet's Elektrometer haben wir gelernt, daß, wenn eine Auflösung oder ein Niederschlagen statt findet, oder wenn zwey Körper, welche Anziehungskraft gegen einander äußern, verbunden oder getrennt werden, unmittelbar eine Veränderung hervorgebracht wird, welche Merkmale von Elektricität an sich trägt. Dieß ist hauptsächlich der Fall in der Luft, und die Veränderung ist nie so beträchtlich, als wenn ihr wässeriger Bestandtheil entweder vermehrt wird, oder wenn sie ihn absezt. Wenn wir uns folglich bemühen wollen, das Entstehen der natürlichen Elektricität zu erklären, so dürfen wir bloß die verschiedene Beschaffenheit der Atmosphäre untersuchen, wir dürfen bloß untersuchen, unter welchen Umständen Feuchtigkeit absorbirt oder präcipitirt wird. Wenn uns dieß bekannt ist, so kann es nicht schwer seyn, die mehrern schwächer wir-

wirkenden Nebenursachen zu ergründen, welche die Wirkungen der wirksamern Hauptursache entweder verstärken oder schwächen. Zuvor müssen Sie sich aber an den Beweis erinnern, den wir aus vielen Versuchen hergenommen haben, nämlich, daß, wenn ein gewisser Theil der Atmosphäre so beschaffen ist, daß er mehr Feuchtigkeit aufnehmen kann, er zugleich auch mehr elektrische Materie aufzunehmen im Stande sey; und wieder umgekehrt, wenn er die wässerigen Theilchen gehen läßt, er zugleich auch die elektrische Materie entlasse. Allein in diesen Fällen kann weder der Ueberfluß, noch der Mangel an elektrischer Materie eine Ladung hervorbringen, wofern sich nicht ein anderer Theil der Atmosphäre zu gleicher Zeit in einem entgegengesetzten Zustande befinden, das ist, geneigt seyn sollte, elektrische Materie entweder aufzunehmen, oder zu entlassen. Es ist aber kaum möglich, daß dieß nicht immer geschehen sollte. Denn unsere Atmosphäre erleidet, bey ihrem großen Umfange, jeden Augenblick Millionen von gleichzeitigen Veränderungen, und zu unserer Absicht ist es völlig gleichgültig, wo die erforderliche Veränderung geschehe. Ereignete sie sich in Neuholland, oder bey den Antipoden, so würde, vermöge der leitenden Kraft der Erde, zwischen den entfernten, aber gegen einander über liegenden Stellen eine Verbindung statt finden.

Aus dem bisher gesagten folgt unmittelbar, daß, wenn das Einsaugen der Feuchtigkeit von der Luft, oder die starke Ausdünstung derselben aus der Erde zugleich eine neue Anhäufung der elektrischen Materie mit sich bringt, da, wo diese Ursache am stärksten wirkt, ihre Wirkung am merklichsten seyn muß.

Wir finden daher die fürchterlichsten elektrischen Erscheinungen in den Gegenden zwischen den Wendezirkeln, d. i. in dem Theile unsrer Atmosphäre, in welchem

ſich, wegen des ſtärkſten Einfluſſes der Sonnenſtrahlen, die meiſte Feuchtigkeit befindet. So ſind auch in unſerem und andern ähnlichen Himmelsſtrichen die elektriſchen Erſcheinungen in den heißeſten Monathen des Jahres am heftigſten und häufigſten, oder in der Jahreszeit, in welcher unſere Atmoſphäre, durch das Abſorbiren der Feuchtigkeit des Erdbodens, am ſtärkſten und ſchnellſten geladen wird.

Ohnweit des Aetna und Veſuvs werden bisweilen, während ſie Feuer auswerfen, ganze Gegenden von mehrern Quadratmeilen von glühender Lava verbrannt, und dadurch wird jeder Atom von Feuchtigkeit plötzlich ausgetrieben. Zu derſelbigen Zeit wird die umliegende Luft im höchſten Grade erhitzt, und in dieſem Zuſtande verſchluckt ſie eine ungeheuere Menge wäſſeriger Theilchen. Während dieß aber geſchieht, häuft ſich auch, nach allen Nachrichten, die uns die Naturforſcher hiervon gegeben haben, die elektriſche Materie in großer Menge an, und entladet ſich dann wieder.

Ferner iſt ein trockener Wind, der über einen feuchten Boden weggeht, eine andere Modification der Urſache, welche wir zugelaſſen haben. Er bringt eine plötzliche Auflöſung ſehr vieler wäſſeriger Theilchen hervor, und dadurch wird denn ihre Anziehungskraft gegen einander verändert. Wir wollen zum Beyſpiel annehmen, ein Wind, der über die Wüſten Arabiens oder über eine große Fläche von brennend heißem Sande weggegangen, und ſo recht ausgetrocknet worden wäre, komme mit einer ähnlichen Fläche Marſchland, oder einem ſehr mit Waſſer durchzogenen Boden in Berührung, ſo müßte dieß nothwendig eine ſehr ſtarke Ausdünſtung, und zugleich auch eine beträchtliche Anhäufung der elektriſchen Materie zur Folge haben. Wenn nun aber gleich bald darauf eine Kraft die aufgelöſten wäſſerigen Theilchen mit ſich fortnähme, folglich den Grad

der

der Anziehungskraft, durch welche die gesammelte elektrische Materie in der Höhe erhalten wurde, veränderte, so müßten die heftigsten Gewitter erfolgen. Dieß ist auch wirklich der Fall. Denn es giebt kaum einen Ort in den großen Sandwüsten in Africa, der sich nicht durch Sturm und Ungewitter auszeichnen sollte.

In der Gegend von Abyßinien entstehen dann die großen Regengüsse, welche die Ueberschwemmung des Nils bewirken, wenn die warmen Winde über die anstoßenden Wüsten weggegangen sind, und sich auf den Bergen derselben verdichtet haben.

Sobald sich auf der Küste von Guinea der Harmattan (ein Luftstrom, der so trocken ist, daß jede Substanz, auf die er stößt, verdorret und in Staub zerfällt, weil er alle ihre Feuchtigkeit absorbirt) mit der Luftmasse, welche durch den Ocean abgekühlt worden ist, vermischt hat, so bringt er, nach den Beschreibungen der Schiffer die allerfürchterlichsten Orkane und Gewitter hervor. Aus der heiligen Schrift wissen wir, daß in Syrien die Gewitter so schnell entstehen, daß eine Wolke, die wir jetzt mit der Hand bedecken können, in wenig Minuten mit so viel Wasser angefüllt wird, als zu Ueberschwemmung einer ganzen Gegend hinreicht.

Ihre Dichter haben den Donner, der so schreckliche Gewitter begleitete, mit den erhabensten Ausdrücken bezeichnet. Wenn sie die Größe der Gottheit beschreiben, oder die plötzliche, unvorhergesehene Annäherung der göttlichen Macht in ihrer Herrlichkeit oder in ihrem Zorne andeuten wollen, so stellen sie sie unter dem Bilde solcher Gewitterwolken vor, von denen sie mit Grunde sagen, daß sie das Licht der Sonne auslöschen, und in wenig Augenblicken die Welt mit der Finsterniß der Mitternacht bedecken.

In unserer Gegend muß die Kälte, welche unsere Ostwinde mit sich bringen, die Wirkungen ihrer Trokkenheit größtentheils vereiteln. Doch kann man aus dem Tagebuche des Herrn Read sehen, daß sich bey Nord-Ost-Winde die elektrische Materie gemeiniglich in hohem Grade anhäufe.

Da ich Ihnen nunmehr zwey der vorzüglichsten Ursachen von der Ausdünstung auf der Oberfläche unserer Erde angegeben habe, so wollen wir jetzt die möglichen Veränderungen der Atmosphäre betrachten, wenn sie auf Veranlassung von einer von beyden Ursachen mit elektrischer Materie geladen wird. Alle diese Veränderungen sind bloß verschiedene Grade einer und der nämlichen Wirkung, oder der Verdichtung der Feuchtigkeit, und diese Verdichtung wird allemal durch eine Veränderung der Temperatur hervorgebracht, welche aus folgenden Umständen entstehen kann.

1) Aus einer Vermischung oder Berührung kalter und warmer Luft. Wenn die kleinsten Wolken durch eine solche Vermischung entstehen, so erfolgt, wie man aus Herrn Read's Tagebuche sehen kann, eine elektrische Ladung, so, daß ein Theil der Wolke mehr, ein anderer weniger elektrische Materie besitzt, als seine natürliche Menge beträgt. Nebel, Thau, und die geringste Veränderung des Wetters aus hellem in trübes sind gemeiniglich Folgen einer wärmern Atmosphäre, welche mit einer andern von verschiedener Temperatur in Berührung kömmt, aber auch auf diese unbedeutenden Grade der Verdichtung folgen, nach Herrn Read's Tagebuche, Zeichen von Elektricität.

In unserem Lande verändert sich die äußere Gestalt der Atmosphäre täglich wohl zwanzigmal, weil es eine Insel ist, und daher die Atmosphäre beständig dem Einflusse von verschiedenen Winden ausgesetzt ist. Aber es wird nie trübe oder hell, nie werden kleine Wölkchen zu ungeheu-

geheuren Wolkenmassen, nie wird aus einem kleinen Regen ein Platzregen, oder aus einem Platzregen ein kleiner Regen, daß man nicht alle diese verschiedenen Grade der Veränderung an in die Höhe gerichteten Leitern sollte wahrnehmen können, welche gewiß jede Verdichtung oder Verdünnung der Atmosphäre mit Zuverlässigkeit angeben.

Es läßt sich aber leicht einsehen, daß die Wirkung der Verdichtung mit ihrer Menge und Schnelligkeit in genauem Verhältnisse stehen muß. Wenn also ein Luftkörper lange über einem gewissen Theil des Erdbodens geschwebt hat, der zuvor von Regen befeuchtet worden, und zugleich auch der Wirkung der Sonnenstrahlen ausgesetzt war, so wird jede Veränderung der Richtung des Windes, oder eine Veränderung der Schwere der Luft, wodurch sich die obere und kältere Region derselben mit ihren untern Regionen vermischt, fast allemal von einem Gewitter begleitet werden.

Zwischen den Wendezirkeln folgt, ganze Monathe hindurch, immer ein Tag auf den andern, an welchem die ruhige Atmosphäre immer einen Theil Feuchtigkeit nach dem andern aufnimmt, bis sie endlich das Wasser aus allen Flüssen und Seen, und was sonst noch hie und da auf dem festen Lande vorhanden war, in sich faßt. Hat aber diese Trockenheit eine gewisse Höhe erreicht, so passirt die Sonne die Linie, der Wind wendet sich, eine kältere Luft vermischt sich mit der, welche mit Dünsten überladen war, und die Verdichtung wird so stark, daß alles darunter befindliche Land überschwemmt wird. Aehnliche Verwüstungen aber, welche eine solche Ueberschwemmung anrichtet, sind auch Folgen der damit verbundenen Gewitter. Denn, wie uns Augenzeugen versichern, können wir, die wir die Erscheinungen der Natur nur in unsern kalten Gegenden gesehen haben, uns mit Hülfe unserer Einbildungskraft

ſchlechterdings kein Bild machen, mit deſſen Hülfe wir von dem Donner bey einem Orkan zwiſchen den Wendezirkeln nur einige Idee bekommen könnten.

Mit Hülfe der Urſache, aus welcher ich jetzt einige Erſcheinungen der Natur zu erklären geſucht habe, werden wir auch ſehr leicht die Schwierigkeit heben können, welche bisher für mehrere Theorien der Elektricität unüberwindlich war, ich meyne, wir werden daraus das ſchnelle Entſtehen und Zunehmen der Elektricität erklären können, welches bey einigen Gewittern ſtatt findet. Auch in unſern Gegenden habe ich oft Blitze ſo ſchnell auf einander folgen ſehen, daß man in einer Minute hundert und zwanzig zählen konnte. In Aſien war die Geſchwindigkeit der Anhäufung und Entladung ſo groß, daß Homer damit die ſchnell auf einander folgenden Seufzer des betrübten Agamemnon vergleicht. In Oſt- und Weſtindien iſt folgende Art, ſich auszudrücken, ſehr gewöhnlich: „Der Himmel wurde durch eine beſtändig „dauernde Flamme des Blitzes Stunden lang in Brand „geſetzt.“

Man könnte fragen, wenn jede beſondere Wolke beſonders geladen, und jeder Blitz eine beſondere Entladung einer ſolchen Wolke wäre, wie man denn, nach unſern Kenntniſſen von den natürlichen Kräften, eine ſo zahlreiche Wiederholung von ſolchen Anhäufungen und Entladungen in einem ſehr kurzen Zeitraume erklären könnte, beſonders wenn wir es für nothwendig halten, daß jede einen beſondern Zeitraum für ſich brauche. Mit andern Worten, kennen wir wohl irgend eine Urſache, welche im Stande ſeyn dürfte, ſtundenlang die nähmliche Wolke, oder, eigentlicher zu reden, die nähmliche Menge Luft alle Augenblicke zu füllen, und wieder leer zu machen?

Oft habe ich geſehen, daß ſich, an einem heißen Sommertage der ſchönſte blaue Himmel in fünf Secun-

den

den in eine ungeheuere Wolkenmasse verwandelte, welche die ganze sichtbare Hemisphäre bedeckte. Wenn man nun annehmen wollte, daß die Ursache von einer so beträchtlichen Wirkung in Rücksicht ihres Einflusses, oder des Vermögens zu verdichten, verdoppelt werde, so müßte die Elektricität, welche ein aufgerichteter Leiter anzeigte, noch mehr, als verdoppelt werden, und noch weit stärkere Merkmale von sich geben, als wenn nur ein gewöhnliches Gewitter über ihn schwebte. Daraus ließ sich denn schließen, daß jeder Theil von der ganzen Masse, die vielleicht in fünf Secunden entstanden seyn mochte, bis zur Entladung geladen seyn könnte. Die ganze Masse aber könnte aus mehrern Hunderten einzelner Wolken, alle in einerley Zustande, bestehen, folglich im Stande seyn, in einer Minute mehrere hundert Blize hervorzubringen.

Das Herabfallen der wässerigen Theilchen, welches natürlich auf die vielen so schnell hinter einander entstandenen Entladungen, die, wie ich eben bewiesen habe, möglich sind, folgen müßte, würde ein sich sehr weit erstreckendes partielles Vacuum hervorbringen, daher würde sich die schwerere Luft von allen Seiten her in selbiges hineinstürzen, und die obern kältern Regionen würden herabwärts drücken, und vermöge ihrer condensirenden Temperaturen alle die Anhäufungen und Entladungen erneuern, die ich bereits beschrieben habe. Auf eine zweyte Reihe von Donnerschlägen würde ein zweytes Niederfällen der wässerigen Theilchen folgen, und so von Neuem wieder ein partielles Vacuum entstehen; eine neue Menge warmer Luft würde wieder von allen Seiten her hereinstürzen, und eine neue Mischung von kalter Luft aus den obern Gegenden herkommen. Ich darf kaum erinnern, daß eine solche Wiederholung der Verdichtungen stundenlang dauern könnte, oder so lange, bis die Luft, welche von allen Seiten her herein-

stürzt, eine solche Temperatur erhält, daß ihr Vermischen mit der kältern Luft keine Verdichtung hervorzubringen vermag, welche hinreichend ist, eine zu einer Entladung erforderliche Menge elektrischer Materie anzuhäufen.

Aus dieser Erklärung erhellt, daß ein Mittelpunkt vorhanden seyn müsse, von wo die Kraft von einem jeden Gewitter ausgeht, und sich nach allen Richtungen verbreitet. Wenn ein Orkan in Westindien oft auf vielen Inseln wüthet, so bleibt doch dabey insgemein eine Insel völlig ruhig. Auf dieser allein soll, wie man erzählt, der Wind von allen Punkten des Compasses herkommen, da er im Gegentheil auf allen andern Inseln bestimmt von einem Orte ausgeht.

2) Wenn die mit wässerigen Theilchen angefüllte Atmosphäre mit solchen Erdstrichen, welche kälter, als sie sind, in Berührung kömmt, so folgt daraus insgemein ein Niederschlagen jener Theilchen, weil sie bloß durch die Wärme in der Luft in der Höhe erhalten werden. Hierher gehören zum Beyspiel die Gipfel der Berge, welche viel oder weniger wirken, je nachdem sie kälter oder wärmer sind, und einen größern oder kleinern Umfang haben. Es ist jedoch ausgemacht, daß eine jede Verdichtung, die auf diese Art entsteht, unausbleiblich von Gewittern begleitet wird.

Ein schreckliches Dunkel, das Brüllen des Donners, und der Glanz der zahllosen Blitze, welche zwischen den aufgethürmten Bergen von Gewitterwolken durchfahren, sind unveränderliche Eigenschaften der Größe der Cordilleras; denn sie dämmen gleichsam einen unermeßlichen Luftstrom auf, welcher mit wässerigen Theilchen bis zur Sättigung angefüllt ist, weil er zuvor über große Erdstriche, auf welche die Strahlen der Sonne senkrecht fielen, weggegangen war.

Im

Im Sommer werden die Nord-West-Winde, welche über Frankreich weggehen, allezeit durch die Alpen verdichtet, und bey Nacht sehen alle die, welche an der Saone und dem obern Theil der Rhone wohnen, so lange die Atmosphäre in diesem Zustande bleibt, jene Berge durch elektrische Blitze und Strahlen erleuchtet.

Alle Rücken oder Ketten von Bergen, besonders solche, welche große Thäler, die in der Richtung ihrer gewöhnlichen Winde liegen, begrenzen, sind beständig mit Wolken bedeckt, und mit Hülfe eines auf ihrem Gipfel errichteten guten Ableiters würde man finden, daß die Merkmale von Elektricität, die man hier wahrnähme, eben so bleibend wären, als die Wolken, welche sie umhüllen. So wie aber die Kälte abnimmt, so werden auch der Veränderungen der Temperatur auf den Bergen, mithin auch der elektrischen Wirkungen, die von diesen Veränderungen herrühren, weniger. Daher giebt es in dem nördlichen Theile von Europa Gegenden, wo die dicken Nebel von einem Gewitter nie anders, als in der heißesten Jahreszeit im Sommer zerstreut werden.

3) Wenn die Sonne lange stark auf die Erde geschienen, und dadurch eine beträchtliche Ausdünstung hervorgebracht hat, so wird, sobald ihr Einfluß gehemmt wird, eine Entladung der elektrischen Materie folgen. Denn alle Veränderungen in unserer Atmosphäre kommen hauptsächlich von dem beständigen Einflusse ihrer obern, kältern Regionen, auf ihre untern, wenn diese erwärmt sind, her, und jeder Umstand, welcher eine Vermischung derselben bewirkt, muß auch eine plötzliche Verdichtung der wässerigen Dünste hervorbringen. Diese Vermischung aber erfolgt bloß bey hereinbrechender Nacht, wie man aus der Veränderung der Temperatur sieht, welche das Thermometer, und das gewöhnliche Fallen des Thaues anzeigen; wir finden daher, daß die

Merk-

Merkmale von Elektricität gegen die Nacht hin immer ſtärker werden. Wenn die Witterung ſo ziemlich ruhig, d. h. wenn ſie ſo beſchaffen iſt, daß nichts Außerordentliches in der Atmoſphäre vorgeht, außer was die Veränderung des Tages in die Nacht, oder der Nacht in den Tag mit ſich bringt, ſo nehmen, nach Read's Beobachtungen, die Merkmale der Elektricität von Mitternachts zwölf Uhr bis Morgens um ſechs ab; von dieſer Stunde bis um neun werden ſie allmählich wieder ſtärker, hier aber werden ſie ſehr ſchwach, und dieß geht ſo fort, bis Nachmittags um vier. Hier fangen ſie wieder an ſtärker zu werden, und dieß bemerkt man noch zwey Stunden nach Sonnenuntergang ſehr deutlich. Alsdann aber hört das Zunehmen wieder auf, und ſie nehmen wieder ab, ſo, daß man ſie bis des Morgens früh kaum bemerken kann.

Wollten wir von den Urſachen der Erſcheinungen, welche bey den vorhergehenden Thatſachen vorkommen, eine Erklärung zu geben verſuchen, ſo würde ſie etwa ſo ausfallen: Wenn der Thau gefallen iſt, oder die Verdichtung aufhört, welche durch den Untergang der Sonne bewirkt wird, ſo findet auch zugleich die Veränderung, welche Zeichen von Elektricität hervorbringt, nicht mehr ſtatt. Bey der Ankunft des Morgens aber erwärmen die Sonnenſtrahlen den Erdboden, und machen, daß die Dünſte, welche in der Nacht verdichtet worden waren, wieder in die Höhe ſteigen, ſich mit der Luft vermiſchen und ſo aufs neue Zeichen von Elektricität von ſich geben. Allein wenn dieſe Vermiſchung vorbey iſt, oder um neun Uhr herum, ſo hört auch die Kraft auf, wirkſam zu ſeyn, welche eine gewiſſe Menge elektriſcher Materie abſcheidet. Um vier Uhr beginnt die Abendkühle wieder, mithin erfolgt auch wieder die nähmliche Verdichtung, wodurch alle elektriſche Materie, welche den Tag über abſorbirt wurde, frey wird. Die Urſache,

deren

deren Wirksamkeit ich nur in ihren schwächsten Wirkungen untersucht habe, läßt sich leicht auf mehrere andere Fälle anwenden, wo sich die Natur ähnlicher, aber stärkerer Kräfte bedient. Wir wollen annehmen, es sey auf einem großen Strich Landes, der zuvor von der Sonne erwärmt worden, ein heftiger Regen gefallen, und bald darauf habe die Sonne wieder zu scheinen angefangen. In diesem Falle muß natürlich eine sehr schnelle Ausdünstung vor sich gehen, und hier sind auch die Spuren von Elektricität, welche man an einem aufgerichteten Ableiter wahrnimmt, nach meiner eigenen Erfahrung, bey weitem die stärksten, die ausgenommen, welche sich zeigen, wenn eine Wolke im Begriff ist, sich zu entladen.

Wenn durch eine starke, mehrere Stunden hinter einander anhaltende, Ausdünstung eine große Menge elektrischer Materie angehäuft worden ist, wie ich Ihnen eben jetzt gezeigt habe, so muß sich, gegen die Nacht hin, ein Donnerwetter, oder sonst eine auffallende elektrische Erscheinung zeigen. Denn die Verdichtung, welche die Abendkühle begleitet, muß sehr beträchtlich seyn, wofern nähmlich das Barometer nicht plötzlich steigt, mithin müssen ihre gewöhnlichen Folgen auch nach Verhältniß groß seyn. Das heftigste Donnerwetter, das ich in unserer Gegend erlebt habe, folgte nach einem solchen Tage, wie ich Ihnen eben beschrieben habe. Wirklich ist mir auch kaum ein Beyspiel bekannt, daß man nicht, wenn die Sonne auf die befeuchtete Erde mehrere Stunden sehr hell geschienen hatte, und der Wind immer aus Südwest, oder aus Westen kam, die folgende Nacht, Sternschnupfen, ein Nordlicht, oder Blitz wahrgenommen haben sollte.

Ich habe einigemale von dem Einflusse der Winde auf die Erscheinungen der natürlichen Elektricität gesprochen. Dieser muß von sehr verschiedenen Umstän-

den

den abhängen. In einigen Fällen ſollte ich faſt vermuthen, daß ſie die elektriſchen Erſcheinungen vermindern, in andern, daß ſie ihnen völlig ein Ende machen müßten. Entſtehen die Winde daher, weil ſich zwey Luftſtröme von verſchiedenen Temperaturen mit einander vermiſcht haben, ſo ſind ſie, wie ich bereits bemerkt habe, Wirkungen einer vorhergegangenen Verdichtung, und auf dieſe folgen heftige Gewitter. In dem Falle aber, daß zwey Regionen neben einander ſtatt fänden, und in der einen von dieſer die Sonnenſtrahlen und die Feuchtigkeit des Erdbodens gemeinſchaftlich ein Erzeugen von Elektricität bewirkten, indeß in der benachbarten Region eine Verdichtung, welche die Entladung oder Entlaſſung der elektriſchen Materie begünſtigte, entſtünde, in dieſem Falle, ſage ich, würde ein Luftſtrom wie ein Ausladet zwiſchen zwey entgegengeſetzt elektriſchen Flächen wirken; er würde die Lagen der geladenen Körper gegenſeitig verändern, es folglich dahin bringen, daß ſie in ihrer neuen Lage die Wirkungen vereitelten, welche ſie in der Lage hervorbrachten, die ſie eben verlaſſen hatten. Je ſchneller dieſe Veränderung erfolgte, deſto merklicher würden die Folgen ſeyn. Daher finden wir auch in Herrn Read's Tagebuche, daß ſtarke Winde der Luftelektricität jederzeit ſehr ungünſtig waren.

Weiter müſſen die Luftſtröme in folgender Rückſicht ſehr wirkſam ſeyn.

Faſt jede Wolke ſcheint aus einem poſitiven, und einem negativen Theile zu beſtehen, deren Einfluß von ihrem iſolirten Zuſtande abhängen muß. Bringen Sie aber einen geladenen Körper in eine ſolche Lage, daß ſeine entgegengeſetzt elektriſchen Theile mit einem Körper, der geladen werden kann, in Verbindung kommen, ſo wird ſich die Ladung theilen. Wenn man nun den letztern Körper, wieder einen ähnlichen, und die-

diesen noch einen andern und so fort, auf gleiche Art berühren läßt, so wird jedesmal eine neue Theilung entstehen, und so wird eine sehr beträchtliche Anhäufung von elektrischer Materie in Kurzem fast auf gar nichts zurückgebracht werden. Gerade so ist die Wirkung des Windes beschaffen; denn er reißt die Wolke mit sich fort, durch einen Körper, welcher etwas von ihrer Ladung aufnehmen kann, von diesem wirkt also nach und nach jeder Theil wie ein unvollkommener Leiter, welcher nach und nach immer kleine Quantitäten wegstiehlt, bis endlich die ganze Ladung verloren gegangen ist.

Sieben und zwanzigste Vorlesung.

Anwendung der Elektricität auf einige andere Naturerscheinungen.

Bisher habe ich Sie auf die besondern Erscheinungen der Luftelektricität aufmerksam zu machen gesucht, und mir Mühe gegeben, sie aus den verschiedenen Grundsätzen, die ich Ihnen bereits in meinen Vorlesungen vorgetragen habe, zu erklären. Ich gehe nunmehr zu andern Erscheinungen fort, welche zwar in der That auch Wirkungen von der nähmlichen Ursache sind, deren Einfluß zu erforschen, wir bisher bemüht gewesen sind, die aber doch von den Naturforschern als besondere der Aufmerksamkeit würdige Gegenstände abgehandelt zu werden pflegen.

Nordlichter.

In Hinsicht auf die eigentliche Ursache des Nordlichts sind auch berühmte Naturforscher oft sehr ungereimten Theorien gefolgt. Ihre Phantasie hat in den

Polen

Polen der Erde Freudenfeuer angezündet, und sie haben die Nordlichter für Wirkungen von Feuerflammen angegeben, mit denen sie doch kaum einige Aehnlichkeit haben, und von denen sie sich in mehrern Stücken unterscheiden.

Einst hatte man die Meynung, als ob aus dem Innern der Salzgruben Nordens leuchtende Ausflüsse emporstiegen, und zwar in solcher Menge, daß sie unsere ganze nördliche Atmosphäre durchdringen könnten. Durch die neuern Entdeckungen in der Elektricität aber sind diese Träumereyen völlig widerlegt worden, und sie würden gewiß nie wieder die Bewunderung neuerer Naturforscher auf sich ziehen, wofern ihre Urheber nicht noch anderes geleistet hätten, dessen Verdienst auch sogar ihre Irrthümer unsterblich gemacht hat.

Ich will Ihnen jetzt die Gründe aus einander setzen, welche uns bewegen, das Nordlicht für eine Wirkung der elektrischen Materie anzusehen. Zuerst will ich Ihnen also einige von den auffallendsten Erscheinungen desselben beschreiben, und sodann mir Mühe geben, Ihnen (so weit mich nähmlich die Wahrscheinlichkeit dazu berechtigt) zu zeigen, auf welche Art die elektrische Materie dabey wirke.

1. Wenn die elektrische Materie Blitz und Donner hervorbringt, so muß es oben in der Atmosphäre einen Ort geben, wo der Blitz das Ansehen von einem Nordlichte habe. In einer Luft, die bis zu einem gewissen Grade verdünnt ist, erscheinen beym Uebergange der elektrischen Materie eben die wellenförmigen Strahlen, wie beym Nordlichte. Wirklich nimmt man, wenn man einen Funken oder Schlag durch eine von Luft leer gemachte Glasröhre gehen läßt, nicht einen einzigen Umstand wahr, der nicht mit den Erscheinungen des Nordlichts einige Aehnlichkeit haben sollte. Hier ist bey beyden einerley Art der Bewegung; einerley Verschieden-

heit

heit der Farben; hier sind eben die schnellen Abwechselungen der Blitze; die Ströme sind eben so lebhaft und eben so spitzig zulaufend, und wenn man mit dem Auspumpen der Luft recht umzugehen weiß, so wird man oft an einigen Stellen die röthliche Farbe wahrnehmen, welche der gemeine Haufe in der Luft oft mit Furcht und Erstaunen betrachtet.

II. So wie die Verdünnung der Luft zunimmt, so nimmt auch die Schlagweite einer durch sie hindurchgehenden Ladung zu. Wenn daher zwey Wolken, die eine positiv, und die andere negativ, keine andere Verbindung haben, ist es da nicht sehr wahrscheinlich, daß sie sich durch die höhern Regionen der Luft entladen, vorzüglich wenn sie selbst sehr hoch stehen, mithin eine Verbindung durch die Erde schlechterdings ohnmöglich ist?

III. Die Veränderungen in der Atmosphäre, welche Blitz und Donner hervorbringen, bringen insgemein auch das Nordlicht hervor. Denn auch diese Erscheinung sieht man gewöhnlich in der heißen Jahreszeit, im Sommer *), und die Bewohner der nördlichen Gegenden haben bemerkt, daß das Nordlicht immer dann vorzüglich stark war, wenn man nach kalter Witterung einen plötzlichen Thau wahrgenommen hatte.

Wenn Sie diese Gründe, wodurch ich die Identität der Ursachen des Donners und des Nordlichtes zu beweisen zur Absicht gehabt habe, gelten lassen, so werden wir nun zunächst untersuchen müssen, ob wir auch, mit Hülfe unserer Kenntniß von der Elektricität, die verschiedenen besondern Eigenschaften dieses Phänomens erklären können.

1) War-

*) Im Gegentheil sind die Nordlichter nach allen bisherigen Beobachtungen in dieser Jahreszeit gerade am seltensten. Am häufigsten sind sie nach der Herbst- und vor der Frühlingsnachtgleiche. A. d. U.

1) Warum siehet man es gewöhnlich in dem nördlichen Theile der Hemisphäre? *) Diese Frage läßt sich, wie mich dünkt, leicht beantworten, wenn wir auf das, was ich Ihnen bereits vorgetragen und erklärt habe, zurückgehen. So wie sich die Sonne gegen den Horizont neigt, so erfolgt die Verdichtung, welche, wie ich Ihnen schon oft gezeigt habe, eine der allerergiebigsten Quellen elektrischer Erscheinungen ist. Wenn aber diese Verdichtung hauptsächlich in den obern Regionen der Atmoiphäre statt findet, so wird die frey gewordene elektrische Materie gewiß durch den verdünntesten Theil der Luft nach dem negativ elektrischen hingehen. — Die Verdichtung aber, auf welche man hier Rücksicht zu nehmen hat, muß dem Laufe der Sonne folgen, und so wie diese ihren Weg um die Erde ununterbrochen fortsetzt, so wird die Verdichtung, die in den Gegenden, welche die Sonne verlassen hat, entsteht, der verstärkten Anziehungskraft der von der Sonne erwärmten Region elektrische Materie zuführen. Wenn sich also die Sonne in dem Meridian von irgend einem Orte befindet, so ist sie am wirksamsten, und dann werden, wofern die Ausdünstung schnell vor sich geht, die aufsteigenden wässerigen Theilchen die Luft dahin bringen, die elektrische Materie nach allen Richtungen anzuziehen. In diesem Augenblicke wird in der Region, welche sechs Stunden zuvor erwärmt worden war, der nächtliche Thau fallen, und bey der Verdichtung desselben die Menge elektrischer Materie frey werden, welche hinreichend ist, die von der Mittagssonne erwärmte Atmo-

*) Den Bewohnern der Südländer zeigt sich eine ähnliche Erscheinung gegen den Südpol zu, welche unter dem Nahmen des Südlichtes bekannt ist. S. J. R. Forster's Bemerkungen über Gegenstände der physikalischen Erdbeschreibung auf seiner Reise um die Welt; a. d. Engl. mit Anm. von G. Forster. Berlin 1783. gr. 8. S. 103. u. f. A. d. U.

Atmosphäre damit zu versehen, und welche, auf ihrem Wege Wirkungen hervorbringen muß, die mit den Erscheinungen des Nordlichtes völlig übereinkommen.

Die vorhergehende Theorie scheint noch an Wahrscheinlichkeit zu gewinnen, weil diese Erscheinungen in einigen Jahreszeiten sehr selten, in andern hingegen sehr häufig sind.

Im Winter siehet man verhältnißmäßig selten ein Nordlicht; denn die Kälte wird selten so eine allmählige und ununterbrochene Verdichtung zulassen, als ich dazu für nothwendig halte. Im Winter haben die Nordlichter auch nur einen geringen Umfang. Denn die Sonne ist bald unter unsern Horizont, und dieß gilt auch von der Region, auf die sie Einfluß haben kann.

Im Sommer sind die Nordlichter am gewöhnlichsten, und sie folgen insgemein auf einen Regentag, und finden bey einer Atmosphäre statt, welche gegen die Nacht reiner wird, oder welche, in Hinsicht auf die Schwere der Luft eine solche Veränderung erleidet, daß die wässerigen Theilchen, welche in Menge vorhanden sind, leichter aufsteigen können.*) Weiter, im Sommer ziehen sich die Nordlichter mehr nach Norden, als im Winter. Im Monat July und August siehet man sie oft um Mitternacht; denn die Sonne ist alsdann an der Stelle ihres Weges, die am meisten gegen Mitternacht liegt, und auch um Mitternacht ist sie nicht so weit unter unserem Horizonte, daß es nicht immer noch möglich seyn sollte, daß der verdichtete Theil von unserer sichtbaren Hemisphäre die elektrische Materie hergeben könnte, welche die Sonnenstrahlen in einer untern Region anhäufen.

*) Wie sehr die Behauptung, daß man mehrere Nordlichter im Sommer, als im Winter wahrnehme, den bisherigen Beobachtungen widerspreche, habe ich schon oben, S. 273. erinnert. A. d. U.

Ist es nicht, möchte man fragen, möglich, daß in den Gegenden um den Nordpol herum, wenn sie in ihrer langen Finsterniß vergraben liegen, die durch die zunehmende Kälte hervorgebrachte Verdichtung eine große Menge elektrischer Materie frey mache, welche durch die höher liegenden Theile der Atmosphäre gehe, um den Mangel zu ersetzen, welchen der Einfluß der Sonne in Süden nothwendig hervorgebracht haben muß? Sollte man nicht aus dem Uebergange einer so großen Menge elektrischer Materie die fast beständigen Strahlen, welche Grönland und andere Polarländer im Winter erleuchten, erklären können?

Bey der eben vorgetragenen Theorie tritt noch der günstige Umstand ein, daß ihr kein mir bekanntes elektrisches Factum zuwider ist, und daß sie sich auf keinen Grundsatz berufen darf, den Sie nicht für zuverlässig befunden haben. Ueberdieß ist sie so beschaffen, daß nach ihr ähnliche Erscheinungen, als die Nordlichter sind, entstehen müssen. Ob sich aber mittelst derselben alle die besondern Eigenschaften, die ich Ihnen einzeln angegeben habe, gehörig erklären lassen, dieß kann erst durch ferneres Nachforschen und mehrere Erfahrung bestimmt werden.

2) Die Farben der Nordlichter sind sehr verschieden. Insgemein sind sie aus allen Strahlen zusammengesetzt; bisweilen aber sind sie ganz dunkel purpurfarben, oder auch wohl hellroth. Der Glanz des elektrischen Funkens hängt (wenn anders meine Bemerkungen über das elektrische Licht auf Wahrheit beruhen) davon ab, ob er in einen sehr kleinen Raum zusammengedrängt ist, und in welchem Grade dadurch eine Trennung seiner Theile bewirkt wird. In verdünnter Luft ist die elektrische Materie sehr getheilt oder ausgedehnt, und daher kann das Licht beym Entweichen nicht sehr glänzend seyn. Die Purpurfarbe ist, sollte ich glauben, die Wirkung

kung einer sehr schwachen Trennung des Lichtes.*) Die rothe Farbe aber entsteht, wie ich glaube, daher, wenn das Licht in das Auge durch ein solches Medium kömmt, welches hinlänglich dicht ist, um alle Lichtstrahlen, den rothen ausgenommen, absorbiren zu können.

3) Die wellenartige Bewegung des Nordlichtes kömmt offenbar mit der zickzackförmigen Gestalt des elektrischen Funkens oder Blitzes überein. Denn der Strom der elektrischen Materie wird nie gerade gehen, wofern nicht die leitenden Theilchen in einer völlig geraden Richtung liegen; dieß kann aber, auch in den höhern Regionen unserer Atmosphäre, nicht immer der Fall seyn. Liegen sie also in einer etwas gekrümmten Linie, so wird auch die elektrische Materie dieser Linie folgen, und auf diese Weise die wellenförmige Gestalt des Nordlichtes annehmen. Auch die Blitze, welche dieses Phönomen begleiten, lassen sich, dünkt mich, leicht erklären. Wofern nur zwey Medien in Hinsicht ihrer Verdünnung völlig mit einander übereinkommen, so bringen sie, wie ich Ihnen bereits gezeigt habe, je nachdem sie schlechte oder gute Leiter sind, mehr oder weniger elektrisches Licht hervor. Die heterogene Mischung unserer Atmosphäre wird die Meynung rechtfertigen können, daß einige Theile derselben mehr, andere weniger leiten. Wenn daher die elektrische Materie durch sie durchgeht, so wird der Grad ihrer Lebhaftigkeit oder ihres Glanzes abwechselnd verschieden ausfallen. Noch muß ich bemerken, ehe ich das, was ich Ihnen von den Nordlichtern zu sagen habe, beschließe, daß ich alle Versuche, ihre Höhe zu bestimmen, für vergeblich, und alle Hypothesen über diesen Gegenstand für abgeschmackt halte. Nichts ist ausgemachter, als dieß, daß jede Luftmenge von der elektrischen Materie

*) S. S. 108.

erleuchtet werden kann, wenn sie nähmlich etwas mehr, als ihre natürliche Elektricität, besitzt; und auf der andern Seite, daß jede Menge elektrischer Materie Licht hervorbringen kann, wofern nur die Luft, durch welche sie geht, hinlänglich verdünnt ist. Daher hat man jederzeit auf zwey Dinge zu sehen, ehe man die Höhe von einem bestimmten Nordlichte bestimmen kann: — erstlich, auf die Verdünnung der Luft, in der es erscheint; zweytens auf die Menge elektrischer Materie, welche durch die Luft durchgeht. Denn es ist unleugbar, daß, wenn diese Umstände verschieden sind, sie in verschiedenen Höhen einerley Wirkungen hervorbringen, oder daß Nordlichter, welche hundert Faden von der Erde entfernt sind, eben so lebhaft seyn können, als andere, welche drey Meilen höher sind.

Lufterscheinungen.

Wenn man das, was beym Nordlichte unter der Gestalt eines wellenförmigen Blitzes erscheint, mehr zusammendrängen, oder auf ein kleineres Volumen zurückbringen könnte, so würde es, dünkt mich, einer Sternschnupfe sehr ähnlich werden.

Diese Meynung gründet sich vornehmlich auf folgenden Versuch:

Ich brachte in eine vierzig Zoll lange, und ¾ Zoll starke Röhre, so viel Luft hinein, als unter dem gewöhnlichen Drucke der Atmosphäre ein Stück, zwey Zoll in der Länge, von dieser Röhre eingenommen haben würde. Das eine Ende dieser Röhre verband ich durch gute Leiter mit der Erde, und an das andere Ende befestigte ich eine metallene Kugel. Durch diese Röhre nun, die auf diese Weise mit verdünnter Luft gefüllt war, ließ ich Funken von verschiedener Größe durchgehen, indem ich nähmlich die Kugel Leitern von verschiedener Größe bis auf die Schlagweite näherte.

Waren

Waren die Funken klein, so schien ein Blitz, gerade, wie beym Nordlichte, die ganze Röhre anzufüllen. Wenn der Funken aber so stark war, daß er in freyer Luft durch zehen Zoll geschlagen haben würde, so sah man ihn durch die ganze Röhre durchgehen, und zwar eben so gerade und glänzend, wie eine Sternschnupfe. Zog ich hingegen, mit Hülfe einer Luftpumpe, noch etwas Luft aus der Röhre, so konnte ich es nie dahin bringen, daß die elektrische Materie eine andere Gestalt annahm, als die Gestalt eines Blitzes. Wenn ich aber die bisher gebrauchte Röhre mit einer andern vertauschte, die eine thermometrische Oeffnung hatte, und mit dieser gerade, wie mit der vorigen, verfuhr, so erschien der Blitz nie, sondern die elektrische Materie hatte, bey ihrem Durchgange, völlig den Glanz von einer Sternschnupfe.

Sie werden, glaube ich, leicht die Aehnlichkeit finden, welche die bey diesem Versuche vorkommenden Umstände mit denen haben, die wir bey dem Phänomen, das ich Ihnen zu erklären wünsche, wahrnehmen. Beyde finden in verdünnter Luft statt; beyde zeichnen sich durch den Glanz ihres Lichtes, und durch ihre gerade Richtung aus. Daß Sternschnupfen oft, wenn auch nicht immer, nichts anders sind, als ein auf die beschriebene Art concentrirtes Nordlicht, kömmt mir um deswillen sehr wahrscheinlich vor, weil sie immer dann gesehen werden, wenn die Atmosphäre stark elektrisch ist, und weil sie auch oft nicht weit von dem Theile des Himmels erscheinen, welcher von Nordlichtern zu der Zeit ihres Erscheinens erleuchtet wird. *)

*) Auch die Sternschnupfen werden im Frühlinge und Herbste am häufigsten gesehen. A. d. U.

Als ich erst anfieng, mich mit der Elektricität zu beschäftigen, und noch kein Vorurtheil für irgend eine Theorie so viel über meinen Geist vermögen konnte, daß ich Dinge, welche gar nicht existirten, hätte sehen, oder sie wenigstens nicht mit der gehörigen Genauigkeit betrachten sollen, ritt ich, spät in der Nacht, nach Norwich zu, und erblickte, nordostwärts von der Stadt, einen feinen kegelförmigen Strom eines Nordlichtes. Dieser ganze Körper blitzte je zuweilen, als wenn er mit elektrischer Materie im Ueberfluß versehen wäre. Fast in dem nähmlichen Augenblicke sah ich eine sogenannte Sternschnupfe von der Spitze desselben herunterfahren. Diese Erscheinung bemerkte ich zweymal hinter einander. Jedoch ich wünschte nicht, daß Sie das, was ich bisher gesagt habe, auf mehr als eine Art von Lufterscheinungen anwenden möchten. Neuerlich haben einige Naturforscher noch andere Phänomene, die man unter demselben Namen kennt, mit Hülfe der Elektricität erklären wollen; allein bey diesen nimmt man mehrere ganz verschiedene Umstände wahr.

Dr. Blagden hat uns von den Umständen, welche man bey einer Lufterscheinung dieser Art am 18. August, 1783, bemerkte, eine umständliche Nachricht gegeben. Diese Lufterscheinung wurde von jedem, der sie gesehen hatte, anders beschrieben; dieß schreibt Dr. Blagden vornehmlich den verschiedenen Richtungen zu, nach welchen die Zuschauer die Luferscheinung erblickten. Alle reden von dem merkwürdigen Glanze derselben, von ihrem Schweife, von den Funken, welche aus ihrem Schweife herunter zu fallen schienen. Ueberdieß stimmen auch alle in Hinsicht ihres Laufes überein, und man hat Nachrichten erhalten, daß sie nach Norden bis an die äußersten Gränzen von Schottland, und gegen Süden bis nach Nuys in Bourgogne gesehen worden ist.

Dr.

Dr. Blagden giebt, nach den Wahrnehmungen verschiedener Beobachter, ihre senkrechte Entfernung von der Erdfläche beynahe auf sechzig tausend englische Meilen an, wo die Atmosphäre 30, 000 mal mehr verdünnt ist, als wo wir athmen. Dr. Blagden nimmt mit einigem Widerwillen die Meynung an, daß sie von einem Getöse begleitet worden sey, und daß man dieses Getöse zugleich mit der Lufterscheinung wahrgenommen habe; mit andern Worten, daß ein Schall ohngefähr funfzig Meilen in weniger, als einem Augenblicke, durchlaufen sey. Er gesteht, daß die ganze Naturlehre der Wahrheit, auf welche sich dieser Umstand gründet, gerade entgegen sey; allein er hat uns nicht gesagt, warum wir das, was ein von Erstaunen verwirrter und von Schrecken geängsteter Geist für wahr hält, dem ganzen Gewichte der Naturlehre vorziehen sollen.

Ich könnte eben so achtungswürdige Beweise, als die sind, auf welche Dr. Blagden trauet, anführen, um darzuthun, daß die Hitze bey dieser Lufterscheinung unerträglich gewesen wäre. Im Augenblicke, als sie erschien, bildete sich ein Schiffshauptmann, den ich kannte, eine so große Hitze ein, daß er sogleich Rock und Weste auszog, um nicht gebraten zu werden.

Allen den Umständen, worauf Dr. Blagden die Erklärung dieses Phänomens mit Hülfe der Elektricität gegründet hat, lassen sich mehrere Einwürfe entgegenstellen.

Er sagt, die Geschwindigkeit dieser Lufterscheinung, welche nach seiner Berechnung zwanzig Meilen in einer Minute durchlief, komme mit der Geschwindigkeit der Elektricität völlig überein. Dieß will aber im Grunde gar nichts sagen, wenn man nicht vorher bewiesen hat, daß die elektrische Materie weder mehr, noch weniger,

als zwanzig Meilen, in einer Minute durchlaufe. Denn zwischen großen Dingen kann noch ein großer Unterschied statt finden; und wenn auch eine Bewegung durch zwanzig Meilen in einer Minute beträchtlich ist, so ist sie doch noch gar nichts, wenn man sie mit der Bewegung der elektrischen Materie vergleicht. Ich sagte, es kann so seyn; allein ich hätte sagen können, es muß so seyn, wenn man erwägt, wie entscheidend hierüber Versuche sowohl, als Theorie sprechen. Ueberdieß steht auch die Berechnung der Geschwindigkeit mit der Berechnung der Höhe in Verdung. Wenn Dr. Blagden hierinnen genau ist, so kann ich, aus meiner eigenen Erfahrung, behaupten, daß es ohnmöglich sey, der elektrischen Materie den Glanz einer Lufterscheinung zu geben in einer Luft, die achtmal dünner ist, als die, welche wir athmen, geschweige denn in einer 30,000 mal dünnern Luft. Auch in einer verschlossenen Röhre habe ich dieß ohnmöglich gefunden; und dieß, sollte man glauben, müßte noch mehr der Fall seyn, wenn sich die elektrische Materie nach allen Seiten ausbreiten kann, oder vielmehr, wenn man vermuthen darf, daß sich eine gegebene Menge davon über eine sehr große Fläche verbreiten werde. Weiter, wenn das zischende Getöse, welches man bey dem Laufe der Lufterscheinung gehört haben will, von der Elektricität hervorgebracht worden wäre, so hätte es nicht sehr weit herkommen können, denn ihr Schall würde nicht weit gegangen seyn, wir müßten denn unsere Begriffe von der anerkannten Stärke desselben gänzlich ändern. Bey der völligen Entladung einer Wolke geht der Schall nicht weiter, als zwanzig englische Meilen; allein wenn die elektrische Materie auf ihrem Wege bloß Strahlen ausgehen läßt, so ist die Frage, ob man auch den geringsten Schall hätte hören können. Was sollen wir denn also

von

von dem Zischen einer so geringen Menge elektrischer Materie, wie in dem gegenwärtigen Falle, in einer Entfernung von funfzig englischen Meilen und in einer Luft denken, welche so sehr verdünnt seyn mußte, daß sie, nach den anerkannten Grundsätzen der Naturlehre, den Schall gar nicht mehr fortpflanzen konnte?

Sehr wichtig ist der Umstand, daß solche Lufterscheinungen insgemein von dem nördlichen, oder nordwestlichen Theile des Himmels herkommen. Dr. Blagden sagt uns in dieser Rücksicht, „Er sehe sie als Massen von elektrischer Materie an, welche von den in Norden angehäuften Massen zurückgestoßen würden, und wenn sie aus Süden zurückkehrten, halte er sie ebenfalls für solche Massen, die wieder nach der angehäuften elektrischen Materie hingezogen würden.“

In dieser Stelle wird sehr vieles angenommen, was bloß auf Vermuthung beruht.

1) Bis jetzt ist noch gar nicht erwiesen worden, daß dieses Phänomen elektrischen Ursprungs sey.

2) Die Meynung, daß sich in Norden die elektrische Materie in ungeheuerer Menge angehäuft befinde, ist nichts, als ein Erzeugniß der Einbildungskraft Franklins, der er, wie ich leicht zeigen könnte, gegen alle seine vorhergehenden Meynungen, zu sehr nachgesehen hat.

3) Wollten wir auch das nicht zugeben, was ich vorher in meinen Vorlesungen gesagt habe, um zu beweisen, daß eine zurückstoßende Kraft zu Erklärung der elektrischen Erscheinungen gar nicht nothwendig sey, so müßten wir doch wenigstens gestehen, daß sich die Elektriker von der Meynung, eine zurückstoßende Kraft anzunehmen, nicht durch Thatsachen und Beweise überzeuge

zeugt haben, sondern daß sie bloß ein annehmliches Erzeugniß der Einbildungskraft ist, um einige Schwierigkeiten zu heben, die sie, ohne Hülfe desselben, für völlig räthselhaft hielten.

4) Welche von den bekannten Thatsachen oder angenommenen Hypothesen dürfte wohl die Vermuthung rechtfertigen, daß eine geringe Menge elektrischer Materie, aus welcher die Lufterscheinung, wofern sie elektrisch gewesen wäre, hätte bestehen müssen, könnte zurückgestoßen worden seyn mit einer Kraft, welche hinlänglich stark gewesen wäre, den Widerstand von einem nicht leitenden mehrere hundert Meilen langen Medium zu überwältigen?

5) Kein Grund ist angegeben von der Wirksamkeit der zurückstoßenden Kraft in dem gegenwärtigen Falle.

6) Die Ursache, welche auf eine so außerordentliche Weise zurückstößt, wird zu einer anziehenden; allein diese eingebildete Veränderung völlig entgegengesetzter Eigenschaften in einer Sache wird durch keine beygefügte Vermuthung erklärt.

Wenn aber auch alle vorhergehenden Vermuthungen wahr wären, so möchte ich doch noch zweifeln, ob die Nothwendigkeit, sie anzunehmen, durch die Natur von jenem Ereignisse gerechtfertigt werde, oder ob Dr. Blagden darinnen recht habe, wenn er behauptet, daß solche Lufterscheinungen gemeiniglich von Norden herkommen. Mehrere Jahre habe ich sie mit größter Aufmerksamkeit beobachtet. Die, welche sich 1783 ereignete, habe ich zwar nicht gesehen; allein ich habe das Vergnügen gehabt, drey nicht weniger merkwürdige sehr deutlich zu sehen. Ihr Glanz, ihr Schweif, und die Schnelligkeit ihrer Bewegung waren dem Grade und den übrigen Umständen nach eben so, wie sie Dr. Blagden beschrieben hat. Zwey von diesen

aber

aber bewegten ſich von Weſten nach Oſten, und die eine verſchwand eher, als ſie den Horizont erreichte, ob ſie gleich alles um ſich her, wie am Tage, erleuchtete.

Erdbeben.

Dr. Prieſtley hat uns in dem erſten Bande ſeiner Geſchichte der Elektricität von Dr. Stukeley's und Beccarias Theorien des Erdbebens umſtändlich Nachricht geben. Allein eine von dieſen Hypotheſen muß, glaube ich, dem kältern Wahrheitsforſcher ſo übertrieben vorkommen, als die andere. Dr. Stukeley*) iſt hauptſächlich damit beſchäftigt, der Vermuthung Schwierigkeiten entgegen zu ſetzen, daß die Erdbeben Wirkungen unterirdiſcher Dünſte ſind, und wenn er dieſe Hypotheſe wiederlegt hat, ſo nimmt er es alsdann für ausgemacht an, daß die Elektricität unmittelbar dabey wirke. Folgendes ſind die einzigen poſitiven Gründe, die er anführt:

1) Vor dem Erdbeben, das er zu erklären verſucht, fand gemeiniglich ſehr trockene Witterung ſtatt, und dieſe war folglich für Elektricität ſehr geſchickt. Allein elektriſche Symptomen ſind nicht beſtändig Folgen einer trockenen Witterung, und ehe man ſeine Argumente zulaſſen kann, muß er noch beweiſen, daß er wirklich Spuren von Elektricität wahrgenommen habe.

2) Die Vegetation wird, nach Dr. Stukeley, durch Elektricität befördert, und alle Pflanzen waren vor dem großen Erdbeben in London vorzüglich gewachſen. Allein wird denn die Vegetation durch nichts anderes, als durch Elektricität, befördert? Iſt es denn möglich,

*) S. The philoſophy of Earthquakes natural and religious. London, 1750. 8. und Philoſ. Transact. Vol. XLVI. no. 497. A. d. U.

möglich, so vielen andern hierbey vorkommenden Umständen alle Wirksamkeit abzusprechen, und welchen Werth kann man denn Dr. Stukeley's Argumente beylegen, so lange man noch nicht völlig überzeugt ist, daß keiner von jenen Umständen während der Zeit vor dem Erdbeben wirksam gewesen sey? Wenn man aber auch dieses und das vorhergehende Argument zugeben wollte, so folgt daraus bloß, daß es wahrscheinlich sey, daß Elektricität und Erdbeben zu einer Zeit statt gefunden haben; allein es wird dadurch nichts weniger, als bewiesen, daß die erstere das letztere bewirkt habe.

3) Vor dem Erdbeben in London sah man sehr häufige Nordlichter; dieß ist aber auch nachher der Fall gewesen, und kein Erdbeben darauf erfolgt. Daher sind beyde keinesweges als Ursache und Wirkung mit einander verbunden.

4) In der Nacht vor dem Erdbeben sah man sehr häufiges Wetterleuchten am Himmel, wie nämlich Dr. Stukeley von denen, welche zu der Zeit auf waren, hörte. Allein das Wetterleuchten kann diese Theorie nicht unterstützen, wenn nicht bewiesen wird, daß es mit der Erschütterung zugleich erfolgt sey. Es hat sich aber vielmehr das Gegentheil zugetragen. Denn, sagt er, eine schwarze Wolke bedeckte die Atmosphäre, und wenn gleich die Erde durch eine ungewöhnliche Entladung der elektrischen Materie erschüttert wurde, so schien es doch, als habe man kein Licht bemerkt. Eine einzige Person sagt, daß sie unmittelbar vor der Erschütterung ein starkes Getöse gehört habe, welches, wie Dr. Stukeley behauptet, das Getöse des Knalles war, der vor dem Erdstoße hergieng. Dieß ist nicht die Sprache eines Elektrikers. Dieser hätte sich in dem gegenwärtigen Falle Mühe geben sollen, zu beweisen, nicht daß das Getöse just vor der Erschütterung, sondern vielmehr zu gleicher Zeit, oder viel-

vielmehr nach derſelben erfolgt ſey. Ueberdieß iſt es auch ſehr beſonders, daß unter den Millionen Menſchen, welche in London wohnen, das Anſehen von nur einer oder zwey Perſonen hinreichen ſoll, das Daſeyn von einem Getöſe anzunehmen, welches, nach ſeinen erſtaunenden Folgen zu urtheilen, das halbe Königreich aus dem Schlafe geweckt haben müßte.

5) Dr. Stukeley ſagt, daß eine Erdfläche von 40,000 engliſchen Meilen in einem Augenblicke erſchüttert worden ſey. Er bemerkt, daß zwiſchen dieſem Umſtande und der augenblicklichen Wirkung des Blitzes eine auffallende Aehnlichkeit ſtatt finde. Mir kommt, ich muß es geſtehen, ſeine Behauptung gar noch nicht ausgemacht vor; auch ſehe ich nicht die Aehnlichkeit. Denn in der ganzen Geſchichte der Elektricität finden wir kein Beyſpiel, daß eine Entladung der elektriſchen Materie je etwas hervorgebracht haben ſollte, welches der ſo ausgebreiteten Wirkung, wie er ſie beſchreibt, nur einigermaßen nahe gekommen wäre. Eine Entladung einer Wolke, welche einen großen Theil von Europa bedeckte, würde nur eine ſehr unbedeutende Erſchütterung hervorbringen, ob man dieſe gleich, wie mich dünkt, deutlicher gehört und geſehen haben würde, als die, welche Stukeley's Erdbeben veranlaßt haben ſollte.

6) Nach Dr. Stukeley fühlt man in den Gegenden, nahe an Flüſſen und Bergen, welche der elektriſchen Matere nothwendig den leichteſten Uebergang verſtatten, die Erdbeben am ſtärkſten. Hierauf antworte ich, daß Erſchütterung keinesweges die gewöhnliche Wirkung des Blitzes ſey. Wenn der Blitz in ein Haus einſchlägt, ſo bringt der damit verbundene Knall darinnen eine Vibration hervor. Allein dieß hat bloß einige Aehnlichkeit, und dieſe iſt ſo ſchwach, daß ſie ſich eigentlich mit dem heftigen Schwanken der Erde

de bey einem Erdbeben, das man oft zugleich in Europa, Asia und einem Theile von America wahrnimmt, gar nicht vergleichen läßt.

Das letzte, was Dr. Stukeley zum Beweiß seiner Meynung anführt, ist nicht weniger sonderbar. Er zeigt in der That, wie sehr er sich Mühe gegeben hat, seiner Theorie einen festen Grund zu verschaffen, und wie wenig ekel er in der Wahl der hierzu erforderlichen Mittel gewesen ist. Rückenschmerzen, rheumatische, hysterische und Nervenzufälle, Kopfschmerzen, Koliken u. s. w. giengen dem Erdbeben ein oder zwey Tage vorher, gerade, als wenn das ganze menschliche Geschlecht auf einmal elektrisirt worden wäre.

Die Art und Weise, auf welche die elektrische Materie ein Erdbeben hervorbringen soll, hat uns Dr. Stukeley nicht angegeben. Allein die Kühnheit eines Italiänischen Naturforschers hat uns diesen Mangel zu ersetzen gewußt. Beccaria vermuthet, in einem Behältnisse, tief unter der Oberfläche der Erde, befinde sich eine große Menge elektrischer Materie, und diese werde, wenn sie in die Luft hervorbreche, nothwendig von allen den sonderbaren Erscheinungen begleitet, die er erklären will. Den Beweis für das Daseyn einer unterirdischen elektrischen Mine entlehnt er davon, weil man zur Zeit des Ausbruches eines feuerspeyenden Berges Elektricität wahrnimmt. Allein sicher führt uns die Veränderung der Atmosphäre, im Augenblicke, da sie im höchsten Grade erhitzt ist, wenn sie sodann mit Dünsten überladen ist, und überhaupt mehrere Umstände eintreten, welche alle Zersetzungen und neue Verbindungen begünstigen, mit größerer Wahrscheinlichkeit auf weniger tiefliegende Ursachen, als die von Beccaria vermutheten sind.

Der Idee, daß Vulcane gleichsam wie Trichter wirken sollen, durch welche ein Strom elektrischer Materie

terie aus den Behältnissen der Erde herausfließe, folgt die Behauptung, daß der Blitz jederzeit von Erderschütterungen begleitet werde.

Ich habe bereits bemerkt, daß der Knall des Donners, wie jedes andere starke Getöse, eine Vibration in den nahe liegenden Gegenständen hervorbringe; allein die Wirkungen, welche Beccaria angiebt, kann man nicht eher zugeben, als bis sie sich auf die beste historische Gewißheit gründen, und hiervon habe ich in dem gegenwärtigen Falle nichts ähnliches entdecken können. Doch ich will nicht länger bey den besondern Meynungen einzelner Theoretiker über die Aehnlichkeit der elektrischen Materie und der Ursache der Erdbeben verweilen. Ich setze bloß noch hinzu, daß, wenn ihre Vermuthungen gegründet seyn sollten, sie selbige wenigstens auf eine sehr verkehrte Weise zu beweisen suchen. Sie haben alle Umstände zusammen genommen, von denen sie glauben konnten, daß sie ihnen günstig wären, allein nie daran gedacht, daß man ihrer Theorie Einwürfe entgegensetzen könnte.

Wenn die elektrische Materie bey Hervorbringung der Erdbeben wirksam seyn soll, so muß sie entweder ein Stück Erde bewegen, während sie in die umliegende Luft übergeht, oder wir müssen annehmen, daß die elektrische Materie eingesperrt sey, und durch das Bestreben, aus ihrem Kerker hervorzubrechen, ein Erdbeben hervorbringe. Die letzte Voraussetzung ist so kühn, daß sie kaum einige Aufmerksamkeit verdient. Das Daseyn einer gewissen Menge elektrischer Materie in der Erde, die Umstände, wodurch sie bewogen werden soll, ihren ruhigen Zustand zu verlassen, und endlich der Grund, welcher sie veranlassen soll, plötzlich hervorzubrechen, da sie doch die Erde, ihrer leitenden Beschaffenheit wegen, allmählig fortleiten müßte, alles dieses sind Schwierigkeiten, wodurch auch eine weit fester

gegründete Theorie, als die gegenwärtige, würde umgestoßen werden können. Wir wollen also zu der Untersuchung der ersten Voraussetzung fortgehen, der nämlich, daß die elektrische Materie ein Stück Erde bey ihrem Uebergange in die umliegende Luft bewege. Bey unserer Untersuchung über diese Hypothese werden wir vieles finden, was bereits anerkannten Thatsachen widerspricht, wir mögen nun annehmen, daß die Bewegung der Erde durch eine plötzliche, oder durch eine allmähliche Entladung der elektrischen Materie hervorgebracht worden sey. Ich will mich hier auf einen Versuch beziehen, auf den ich mich schon vorher berufen habe.

Wenn Sie eine Wage so fein aufhängen, daß sie durch den funfzigsten Theil eines Grans bewegt werden kann, und den Schlag der größten Batterie in das eine Ende derselben hineingehen lassen, so werden Sie nicht die mindeste Bewegung bemerken. Bey diesem Versuche ist es völlig einerley, die elektrische Materie mag auf das Ende der Wage schlagen, oder aus ihm heraus gehen, und giebt es wohl bey diesem Versuche einen Umstand, welcher der Theorie, mit deren Untersuchung wir uns beschäftigen, nicht ungünstig wäre? Die Wage ist ganz frey, und wird doch durch die stärkste Kraft der Elektricität nicht bewegt. Die Erde hängt an einer ungeheueren Masse von anziehender Materie fest, und wird doch mehrere Zoll über ihre gewöhnliche Lage gehoben, und zwar durch eine Kraft, welche in keinem andern Falle einigermaßen auf ähnliche Art wirkt. Noch mehr, die Wage wird von keinem Gewichte belastet, wenn die elektrische Materie ohne einige Wirkung durch sie hindurchgeht; nach jener Theorie aber wird ein Gewicht von mehrern Millionen Centnern einige Fuß hoch über ihre natürliche Lage gehoben.

Wollte man sagen, daß die Ladung einer Batterie gegen eine Ladung von mehrern tausend Morgen

Luft-

Luftfläche gar nicht in Betracht kommen, so würde ich antworten, daß, wenn eine Batterie gar keine Wirkung hervorbringe, der Schluß ganz natürlich sey, daß auch 10,000 Batterien keine Wirkung hervorbringen würden; denn Nichts mit einer Million vermehrt, wird doch immer Nichts bleiben. Wenn wir jetzt zugeben, daß eine plötzliche Entladung der elektrischen Materie nicht die Ursache der Erdbeben seyn könne, so wollen wir nun auch sehen, ob die Theorie von der Voraussetzung, daß die elektrische Materie in einem anhaltenden Strome übergehe, mehr Unterstützung erhalte.

Die Wage, welche durch eine plötzliche Entladung nicht bewegt werden konnte, wird es ganz sicher durch ein allmähliges Ausströmen von einer sehr geringen Menge elektrischer Materie. Allein, bemerken Sie, daß, wenn dieß geschehen ist, nothwendig die umliegende Luft so stark elektrisch seyn muß, daß sich die Haare auf dem Haupte und den Händen in die Höhe richten, und daß jede metallene Spitze, ohnweit der Wage, im Finstern leuchtend erscheint. Allein von allen diesen Wirkungen haben die Tausende, welche sich bey einem Erdbeben auf der Fläche der Erde befanden, von der wir annehmen, daß Elektricität auf sie gewirkt haben müsse, ganz und gar nichts bemerkt. Sie müssen auch darauf Rücksicht nehmen, daß einige Gran die größte Last ist, welche durch künstliche Elektricität bewegt werden kann; sind aber die Umstände, welche bey einer so geringen Wirkung vorkommen, so leicht zu bemerken, wie viel mehr in die Augen fallend müßten sie nicht gewesen seyn, wenn ein Strom elektrischer Materie in die Luft übergegangen wäre, wodurch mehrere Millionen Centner hätten gehoben werden können?

Aber weiter, die Luftsäule, welche sich auf der durch das Erdbeben erschütterten Erde befindet, kann keine Anziehungskraft besitzen, welche hinreichend wäre, eine

solche Last zu heben. Wirkung und Gegenwirkung sind sich gleich. Ein Magnet und ein Stück Eisen von einerley Gewicht, werden sich auf halbem Wege begegnen, wenn sie in einer gewissen Entfernung von einander in der Luft aufgehängt sind. Eben so wird sich ein elektrisirter Körper sowohl als eine Feder, wenn sie beyde aufgehängt sind, bewegen; allein die Räume, welche sie durchlaufen werden sich umgekehrt verhalten wie ihre Gewichte. Betrüge das Gewicht des elektrisirten Körpers ein Pfund, und das Gewicht der Feder nur einige Grane, so würde nothwendig die Bewegung des erstern unmerklich gering seyn. Nun soll aber eine Atmosphäre von mehrern tausend Meilen geladen seyn, und der Unterschied zwischen dem Gewichte derselben, und dem Gewichte der Erde, welche bewegt wird, ist sicher größer, als der Unterschied zwischen einigen Granen und einem Pfunde. Sie müssen auch noch ferner bemerken, daß in dem einen Falle die Feder und der elektrisirte Körper frey aufgehängt sind; daß hingegen in dem andern die Atmosphäre frey bewegt werden kann, der Erdkörper aber, so weit er sich erstreckt, überall von einer sehr weit gehenden anziehenden Materie festgehalten wird.

Ich habe Ihnen nunmehr meine Gründe angegeben, welche mich bewegen, die Erdbeben nicht der Wirksamkeit der Elektricität zuzuschreiben. Meine Ideen über die wahren Ursachen von dieser Erscheinung will ich Ihnen künftig bey einer andern Gelegenheit mittheilen.

Acht

Acht und zwanzigste Vorlesung.

Ueber den Einfluß der Elektricität auf das Wachsthum der Pflanzen.

Daß eine Kraft, welche sich bey jeder geringen Veränderung der Witterung, folglich auch mit jedem Umstande, der zum Wachsen und Reifen der Pflanzen etwas beyträgt, zu verändern scheint, selbst bey Hervorbringung dieser Wirkung mit wirksam seyn sollte, dieß ist eine Meynung, welche gewiß jedem denkenden Naturforscher natürlich und annehmlich vorkommen muß. Bereits in einer sehr frühen Periode unserer Wissenschaft haben die Elektriker diese Meynung aufgebracht und vertheidigt, und gegenwärtig ist sie ein Gegenstand ihrer fleißigsten Untersuchungen und Nachforschungen. Es ist in der That kränkend für uns, daß wir in Ansehung dieses Gegenstandes noch so weit zurück sind, da wir uns doch mit ihm schon so lange und so viel beschäftigt haben. Wir sind noch so weit entfernt, die verschiedenen Grade des elektrischen Einflusses auf verschiedene Pflanzen bestimmen zu können, wir sind so weit entfernt, genau die Umstände angeben zu können, welche etwa eine solche Verschiedenheit des Einflusses veranlassen mögen, daß wir noch zweifelhaft sind, ob die elektrische Materie an dem Systeme der Vegetation einigen oder den geringsten Antheil habe.

Herr Maimbray aus Edinburgh, und der Abt Mollet behaupteten zuerst, das Wachsthum der Pflanzen durch Elektrisiren der irdenen Töpfe, in welche sie eingesetzt waren, beschleunigt zu haben. Ihnen folgten Hr. Achard, zu Berlin, und mehrere andere Elektriker, welche alle in Rücksicht der Resultate ihrer Versuche mit

einander übereinstimmten. Dieser Gegenstand wurde auch ganz und gar nicht bezweifelt, bis Herr Schwankhard die Thatsachen bekannt machte, welche er vom Dr. Ingenhouß gelernt hatte.

Diese Thatsachen, welche Sie im sieben und zwanzigsten Bande von Rozier's Journal der Physik beschrieben finden, sind den Meynungen von Nollet, Achard, und andern gerade entgegen; denn sie beweisen, daß die elektrische Materie, wenn sie auch auf die unzweydeutigste Art angewendet wird, auf das Ernähren von keiner, nicht einmal der Fühelpflanze einigen Einfluß habe. *)

Herr Duvernier ergriff bald die Gelegenheit, die Zweifelsucht der Holländischen Naturforscher zu tadeln. Er ladete sie ein, nach Paris zu kommen, und zur Belohnung für ihre Bemühung versprach er ihnen, ihre Irrthümer durch die Versuche des Herrn le Duc, die er ihnen zeigen wollte, völlig zu widerlegen. Er rieth ihnen jedoch, sich der Bescheidenheit zu befleißigen, welche ihnen, wie er glaubte, zu fehlen schien, weil sie sich dem Ansehen einiger großen Namen widersetzten, für welche er unbedingtes Vertrauen und die tiefste Verehrung forderte.

Dr. Ingenhouß begegnete den Einwürfen, welche ihm und seinem Freunde von allen Orten her gemacht wurden, in einer Nachricht von einer sehr sorgfältigen und mühsamen Wiederholung seiner ersten Versuche, durch deren Resultate er in seinen Zweifeln bestärkt worden war; anstatt aber die Wahrheitsliebe derer in Zweifel zu ziehen, welche von ihren Versuchen eine andere Nachricht gegeben hatten, als er von den seinigen, bemüht er sich, die Ursachen, durch welche sie

*) Man sehe auch Ingenhouß Vers. mit Pflanzen. III. B. 7ter und 8ter Abschn. S. 65. und 83. A. d. U.

sie sich wahrscheinlich hintergehen ließen, auf zu finden. Er vermuthet, sie möchten wahrscheinlich das ungeladene Gefäß in einiger Entfernung von der Elektrisirmaschine, deren sie sich dabey bedienten, gesetzt haben, und diese Verschiedenheit der Lage, wodurch denn auch die Gefäße nicht einerley Lichte ausgesetzt worden seyn möchten, hätte nothwendig eine Verschiedenheit der Wirkung zur Folge haben müssen. Diese Vermuthung bestätigt er durch Versuche, welche er mit Gefäßen in verschiedener Beleuchtung in einem und dem nähmlichen Zimmer gemacht hatte.

Diejenigen, welche die Zweifel des Dr. Ingenhouß bestreiten wollten, nahmen in dieser Hinsicht zur natürlichen sowohl als zur künstlichen Elektricität ihre Zuflucht. Man behauptete, daß in dem Garten eines Venezianischen Senatoren, an der Brenta, eine Pflanze, die auf einem Bete stand, in welches ein Ableiter geführt war, eine weit beträchtlichere Höhe und Größe erreicht habe, als andere ähnliche Pflanzen, welche zwar nahe bey dem Ableiter standen, aber doch nicht nahe genug, daß die elektrische Materie, welche durch den Ableiter gegangen seyn möchte, auf die Pflanzen Einfluß haben können. Es läßt sich in der That nichts abgeschmackteres denken, als die Berufung auf die vorhergehende Thatsache. Denn wenn die elektrische Materie durch den Ableiter in die Erde gieng, wie konnte sie da auf die Pflanze Einfluß haben? Gieng sie aber aus der Erde durch den Ableiter, so kann man eine ähnliche Frage thun, und es muß eben so in die Augen fallen, daß eine Kraft ohnmöglich auf die Pflanze habe Einfluß äußern können, die durch einen ganz verschiedenen Kanal abgeführt wurde.

Um diesen Einwurf, den ich so eben angegeben habe, völlig zu widerlegen, hat sich Dr. Ingenhouß

durch eine Menge von Versuchen durchgearbeitet. In einem Garten errichtete er nicht weit von verschiedenen Bäumen Ableiter; allein er fand nie, daß einer von ihnen geschwinder oder höher gewachsen wäre, als andere, welche sich in ganz ähnlichen Verhältnissen befanden, nur daß sie keine Ableiter hatten. Dr. Ingenhouß verfertigte einen eisernen Käfig, welcher mit Spitzen, die in die Luft hinausgiengen, versehen, und durch mehrere metallene Drähte mit einem beträchtlichen Stück Erdboden verbunden war; innerhalb dieses Käfigs aber gieng die Vegetation nicht besser von statten, als in jedem andern Theile des Gartens.

Dr. Ingenhouß bestätigt den Schluß, den er aus seinen Versuchen zieht, noch durch die Bemerkung, daß die Vegetation am schwächsten sey, wenn die Luftelektricität am stärksten ist; und daß folglich die Natur in diesem Falle von ihrer gewöhnlichen Regel abgehe, indem sie eine Kraft dann anwende, wenn ihr Einfluß am schwächsten sey.

Herr van Breda wiederholte mehrere von den Versuchen des Dr. Ingenhouß, und fand die Resultate derselben mit den Resultaten der Versuche, wie sie ihm sein Freund beschrieben hatte, völlig übereinstimmend.

Dr. Carmoy machte gleichfalls den Einfluß der Elektricität auf die Pflanzen zu einem Gegenstande seiner Untersuchungen; allein bey Anstellung seiner Versuche gieng er offenbar ganz von seinen Vorgängern ab. Er gab mit größter Sorgfalt auf den möglichen Einfluß des Lichtes und der Temperatur Acht, und nach seinen Nachrichten wachsen die Pflanzen besser in negativer, als in positiver Elektricität, und er behauptet, daß mit irgend einer Elektricität geschwängerter Boden dem Leben der Pflanzen weit zuträgli-

träglicher sey, als unelektrisirter. Dr. Carmoy ist von dem Abt d' Ormoy unterstützt worden, welcher eine große Menge von Versuchen angestellt hat. Diese sind mit verschiedenem Saamen gemacht worden, und offenbar ganz mit Rücksicht auf die Wirkungen des Lichtes, der Temperatur und Feuchtigkeit. Bisweilen hat er, innerhalb zehen Tagen, einen Unterschied von zwölf Stunden zwischen dem Aufgehen von elektrisirten und dem Aufgehen von unelektrisirten Saamenkörnern wahrgenommen. Er theilt dem Leser eine lange Tabelle mit, worinnen die verschiedenen Größen, welche verschiedene Pflanzen nach einer längern oder kürzern Anwendung des Elektrisirens erhalten hatten, angegeben sind.

Ich muß hier bemerken, daß die Resultate von des Abts d' Ormoy Versuchen wirklich zu übereinstimmend sind, um unbedingtes Zutrauen zu erhalten. Bey einigen hundert Versuchen sind alle Umstände immer seiner Meynung günstig, da doch bey den Versuchen aller übrigen Elektriker, welche die nähmliche Theorie, die er vertheidigt, in Schutz nehmen, mehrere auffallende Anomalien vorkommen. Ueberdieß behandelt er auch alle Zweifel in Ansehung des Einflusses der Elektricität auf die Vegetation mit zu großer Verachtung, und die sclavische Ehrerbietung, welche er den Namen, die seine Sache begünstigen, bezeigt, kann der Idee, ihn für einen unpartheiischen Naturforscher zu halten, auf keinen Fall vortheilhaft seyn.

Ich kann jedoch auch gerade zu behaupten, daß die Art und Weise, auf welche Dr. Carmoy, der Abt d' Ormoy, und alle die, deren Bemühungen in Ansehung dieses Gegenstandes ich zu untersuchen Gelegenheit gehabt habe, ihre Versuche angestellt haben, meiner Meynung nach, wirklich so beschaffen ist, daß

die elektrische Materie den Einfluß, den sie vorgeben, gar nicht gehabt haben kann. Wenn ich einen Versuch machen wollte, die elektrische Materie durch eine grüne Pflanze durchgehen zu lassen, so fand ich immer, daß sie lieber über die Oberfläche derselben weg, als durch den Körper oder die Haarröhrchen der Pflanze durchgehen wollte. Dieses Vorziehen der elektrischen Materie läßt sich sogar wahrnehmen, wenn man trockenes Holz, oder solchen Saamen gebraucht, den man lange aufgehoben hat, und der noch mit dem fibrösen Gewebe, welches ein völliger Nichtleiter ist, bedeckt ist. Nun bemerken Sie aber, daß die vorhergenannten Experimentatoren ihren Saamen in feuchte Erde gegraben haben, deren leitende Kraft um vieles beträchtlicher ist, als die leitende Kraft des Saamens. Ja einige von ihnen waren thöricht genug, den Saamen naß zu machen, oder rund um mit Stanniol zu umwickeln,† als wenn die Sorgfalt, welche sie wirklich anwandten, ihn gegen den Einfluß der elektrischen Materie sicher zu stellen, nie zu groß hätte seyn können.

Allein wenn wir auch gegen alle anerkannten Grundsätze der Elektricitätslehre zugeben wollten, daß eine geringe Menge elektrischer Materie wirklich durch den Saamen durchgegangen wäre, so haben die Experimentatoren, von denen die Rede ist, sehr sinnreich eine solche Einrichtung getroffen, sie fast auf Nichts zurück zu bringen; sie haben nähmlich den Saamen in eine geladene und mehrentheils isolirte Leidner Flasche gebracht. Ist das Isoliren vollkommen, so wird die Elektricität so unwirksam, als wenn gar keine Ladung in der Flasche wäre. Wie soll sie denn also hier auf die Vegetation des Saamens wirken können? Ist aber das Isoliren unvollkommen, so ist in Wahrheit nur eine sehr geringe Menge elektrischer Materie in Bewegung; eine so geringe Menge, sage ich, daß, wenn eben

† Galvanisirt? s. Carmoy u. d'Arnoy.

eben so viel durch den Saamen gehen sollte, als durch einen gleich großen Theil von der feuchten Erde, (welches ohnmöglich ist) die Größe derselben gar nicht in Betrachtung kommen könnte.

Doch ich will Sie mit den aller irrigsten und ungeschicktesten Aeußerungen des menschlichen Verstandes, welche je der Naturlehre lästig gewesen sind, oder sie vielmehr entehrt haben, nicht länger aufhalten. Meiner Meynung nach sind die Zweifel des Dr. Ingenhouß noch nicht im Mindesten geschwächt, und die Richtigkeit seiner Versuche wird durch jeden Grundsatz der Elektricitätslehre sehr begünstigt. Er will gar nicht behaupten, daß die elektrische Materie auf das Wachsthum der Pflanzen schlechterdings keinen Einfluß haben könne; sondern er sagt bloß, daß jede bekannte Thatsache nicht hinreichend sey, das Gegentheil zu beweisen. Die Kraft zu reitzen gehört unter die Eigenschaften der elektrischen Materie, und könnten wir diese durch die Haarröhrchen der jungen Pflanze in dem Saamenkorne durchführen, so würde dadurch wahrscheinlich das Reifen derselben beschleunigt werden. Bis jetzt aber haben wir noch keine Methode, dieß zu bewirken, ausfindig gemacht, auch wissen wir nicht, ob es einen gewissen unbekannten leitenden Stoff gebe, welcher zu dieser Absicht dienen könnte, unter allen den ungünstigen Umständen, unter welche die feuchte Erde und Oberfläche zu rechnen sind, und die alle, ohne Hülfe eines bisher noch nicht entdeckten Stoffes, die elektrische Materie weit leichter durch sich durchgehen lassen müssen, als die Substanz des Saamens selbst zu thun im Stande ist. *)

Neun

*) Wie aber, wenn die elektrische Materie beym Durchgange durch die Erde einen ihrer Bestandtheile absetzte, der vielleicht zum Ernähren der Pflanzen etwas bey-

Neun und zwanzigste Vorlesung.

Ueber den Einfluß der elektrischen Materie auf das thierische Leben.

Man kann diesen Gegenstand aus zwey Gesichtspunkten betrachten: 1) in wiefern die elektrische Materie den Keim des Lebens entwickelt und zur Reife bringt; 2) in wiefern sie auf die Verrichtung und Beförderung der Functionen in der thierischen Oeconomie Einfluß hat.

Erstlich. Die Frage, ob die Elektricität den Keim des Lebens entwickele und zur Reife bringe, ist noch eben so unentschieden, als die, ob sie auf das Wachsthum der Pflanzen Einfluß habe.

Herr Achard setzte eine gewisse Anzahl Eyer mehrere Tage hinter einander einem elektrischen Strome von der Brütwärme aus. Nach Endigung dieses Verfahrens fand man die jungen Küchlein todt in den Eyern. *) Ein teutscher Fürst wiederholte die Versuche des Herrn Achard, und behauptete, daß, nachdem vier Eyer neun Tage lang elektrisirt worden, sie sechs Stunden früher ausgekrochen wären, als vier andere Eyer, auf welchen eine Henne eben so lange gesessen habe. Allein das ganze Verfahren ist so mangelhaft beschrieben, und man hat so wenig auf die dabey vorkommenden verschiedenen Umstände gesehen, daß man gewiß auf diese Versuche wenig Rücksicht genommen

beytragen könnte. In diesem Falle könnte die Elektricität bey jenen Versuchen doch vielleicht von einiger Wirksamkeit gewesen seyn. A. d. U.

*) Man sehe Nouv. Memoires de l'Acad. de Berlin, l'année 1778. p. 33. A. d. U.

Digitized by Google

men haben würde, wenn sie nicht den Stempel des fürstlichen Ansehens an sich getragen hätten.

Herr Achard wiederholte seine Versuche über diesen Gegenstand, als er anfieng, über den Einfluß der Elektricität auf die Vegetation Untersuchungen anzustellen. Er that eine gewisse Anzahl Seidenwurmseyer in eine Leidner Flasche, in der er die Brütwärme unterhielt. Zu gleicher Zeit wurden eben so viel Eyer dem nähmlichen Grade der Wärme ausgesetzt, auf welche die Elektricität keinen Einfluß hatte. Die erstern krochen zwey Tage früher aus, als die letztern. *) Man hat uns nicht Nachricht gegeben, ob der Versuch wiederholt worden sey; daher dürfte denn wohl die Vermuthung, daß noch ein zufälliger Umstand mit im Spiele gewesen seyn könnte, der Zuverlässigkeit des Resultates sehr entgegen seyn.

Ich muß auch noch bemerken, daß man alle Einwürfe, welche ich den Versuchen, mit deren Hülfe man über den Einfluß der elektrischen Materie auf die Pflanzen Untersuchungen angestellt hat, entgegen setzte, in Hinsicht auf die vorher angeführten Thatsachen noch von weit größerem Gewicht sind. Denn unmöglich kann ein elektrischer Funke oder einige Ladung durch die Schale eines Eyes gehen, ohne sie zu zerbrechen. **)

Zweytens. Eine von den glänzendsten Entdeckungen in der Elektricität ist die, daß sie auf die Functionen des thierischen Lebens Einfluß habe.

Es

*) Man sehe Nouv. Mem. de l' Acad. de Berlin, l'année 1783. p. 13. A. d. U.

**) Da aber der elektrische Strom Wärme hervorbringt, (S. Gren's neues Journ. der Phys. III. B. S. 1. u.f.) so ist es doch nichts weniger als ungereimt, anzunehmen, daß man vielleicht mit Hülfe der durch Elektricität hervorgebrachten Wärme Eyer ausbrüten könne. A. d. U.

Digitized by Google

Es giebt drey Fälle, in denen sich die Natur ihrer als Mittel zur Ernährung bedient hat. Ich verstehe hierunter den Zitterrochen, den Zitteraal und den Fisch, welchen der Lieutenant Paterson in dem sechs und siebenzigsten Bande der philosophischen Transactionen beschrieben hat. *) Herr Walsh bewies, daß man den Stoß des Zitterrochens, wie den Schlag einer Leidner Flasche durch ein Medium von leitenden Substanzen bis zu jeder Entfernung fortleiten könnte, und daß die Hindernisse, welche die Entladung einer Leidner Flasche aufhielten, auch auf den Einfluß des Zitterrochens wirkten. Da er aber seine Versuche mit einer Art Fisch machte, dessen Kraft den Widerstand von dem geringsten Luftraume zu überwältigen vermochte, konnte er seine Theorie nicht auf die Erscheinung von elektrischem Lichte gründen.

Dieser Umstand bewog Herrn Henly, an der Wahrheit jener Entdeckung zu zweifeln, und er wurde hierinnen noch dadurch bestärkt, weil er es für ohnmöglich hielt, daß sich eine gewisse Menge elektrischer Materie im Wasser anhäufen könne. Diese Einwürfe hat Herr Cavendish in einer Abhandlung, im vier und sechzigsten Bande der philosophischen Transactionen, völlig widerlegt; und im Jahre darauf wurde ein Zitteraal nach London gebracht, dessen Kraft stark genug war, Herrn Henly's Zweifel völlig zu heben. Bey diesem Fische konnte man den Stoß auch durch einen kleinen Luft-

*) Außer den von dem Verfasser angeführten sogenannten elektrischen Fischen sind uns noch zwey bekannt, nähmlich der Zitterwels, (Silurus electricus) und der Indische Aal (Trichdurus Indicus, Anguilla Indica) — Daß Elektricität allein die Erscheinungen, welche man bey diesen Thieren wahrnimmt, hervorbringe, ist denn doch wohl noch nicht so entscheidend dargethan worden, als der Verfasser hier anzunehmen scheint. A. d. U.

Luftraum durchführen, und an dieser Stelle in dem Verbindungskreise ließ sich, das einzige, welches noch zur völligen Ueberzeugung erfordert wurde, ein Lichtfunke wahrnehmen.

Der Grad der Kraft, welche man bey verschiedenen Individuen einer und derselben Species elektrischer Fische wahrnimmt, muß nothwendig nach ihrer Größe verschieden seyn.

Die Entladung der elektrischen Materie dient diesen Thieren dazu, sich ihre Nahrung zu verschaffen. So wie aber das Thier an Größe zunimmt, so wird auch sein Hunger und seine Beute größer, mithin auch die Kraft, welche zu Tödtung der letztern erforderlich ist. Daher sind die verschiedenen Beschreibungen entstanden, welche uns verschiedene Naturforscher von diesem Fische geliefert haben. Einige beschreiben die Wirkungen dieser Thiere nur wie eine schwache Betäubung, andere legen ihnen eine immer größere und größere Wirksamkeit bey, so, daß ihnen endlich einige sogar die Kraft, Glieder zu lähmen und selbst tödten zu können, zuschreiben.

Aus der Geschichte des Zitteraals, die uns Dr. Williamson und Dr. Garner in dem fünf und sechzigsten Bande der philosophischen Transactionen geliefert haben, sehen wir, daß dieser Fisch auch die Fähigkeit besitzt, seine Kraft nach der jedesmaligen Größe seiner Beute abzumessen, daß aber auch diese Kraft sehr von der Größe des Fisches abhängt. Der Fisch, den Dr. Williamson sah, war drey Fuß, fünf Zoll lang. Er tödtete einen klein gefleckten Hay (Cat-Fish, Squalus catulus L.) der 1 ½ Zoll stark war. Allein nach den Nachrichten der Einwohner von Surinam giebt es Zitteraale, zwanzig Fuß lang, welche im

Stande

Stande sind, einen Menschen augenblicklich des Lebens zu berauben.

Von den Eigenschaften des Fisches, den uns der Lieutenant Paterson beschrieben hat, wissen wir noch sehr wenig. Der, welchen er untersuchte, war sieben Zoll lang und zwey und einen halben Zoll breit, und ohngeachtet der unbeträchtlichen Größe desselben fühlte er doch, als er ihn in der Hand hielt, eine so heftige Erschütterung, daß er ihn wieder gehen lassen mußte.

Herr John Hunter fängt seine anatomische Beschreibung des Zitteraals mit einer so ganz außerordentlichen Bemerkung an, daß ich nicht umhin kann, Sie darauf aufmerksam zu machen. „Dieß Thier," sagt er „besteht aus zwey Theilen, nähmlich dem gewöhnlichen thierischen Theile, und noch einem außerordentlichen, oder dem elektrischen Organ, welches," fährt er fort, „gar nicht zur thierischen Oeconomie des Fisches gehört." Mit eben dem Rechte könnte er gesagt haben, daß die Kinnbacken, Zähne und Klauen des Löwen oder Tiegers nicht zu ihrer thierischen Oeconomie gehörten, oder daß sie außerordentliche Theile wären; denn diese Theile sind für den Löwen ꝛc. gerade das, was das elektrische Organ für den Zitteraal ist. Die Verhältnisse von jenen machen es nothwendig, daß sie Zähne, Klauen und alle die Kräfte der Muskeln haben, welche erforderlich sind, um ihre Beute zu fangen; so wie die Verhältnisse, in welchen sich dieser befindet, als Mittel zu diesem Zweck einen Apparat verlangen, mit dessen Hülfe sich die elektrische Materie sammeln und entladen läßt.

Eine Bestimmung der besondern Umstände, welche die ganz eigene Organisation, die ich vorher angegeben habe, nothwendig machen, gehört eigentlich in den philosophischen Theil der Naturgeschichte. Ich kann jedoch nicht umhin, zu bemerken, daß der Zitteraal

und

und Zitterrochen nur sehr wenig Speise auf einmal in den Mund nehmen, und sich nur sehr langsam bewegen können, so, daß sie nothwendig eines Werkzeuges bedürfen, welches schon in der Entfernung Gefahr bringt, und tödtet, ehe sie zu fressen anfangen. Diese Operation mag wohl, gerade, wie bey den giftigen Organen der Schlangen, mit der Wirkung des Magensaftes in Verbindung stehen, oder mit dem besondern Grade der Verdauungskraft, welche dieses Thier besitzt.

Noch hat man aber auf zwey Dinge Rücksicht zu nehmen: 1) auf die Art, auf welche diese Wirkung hervorgebracht wird; 2) auf die ganz eigenen Wirkungen, welche von der besondern Wirkungsart abhängen.

1) Es ist unläugbar, daß der Stoß durch das Wasser fortgeleitet wird, indem dieß das entladende Medium zwischen den zwey entgegengesetzt elektrischen Stellen des Körpers ausmacht, und man sieht aus Herrn Hunter's Section, daß zwey verschiedene Organe bey der Operation wirksam sind. Es läßt sich daher vermuthen, daß eins von diesen Organen die elektrische Materie anhäuft, indeß das andere eine gewisse Menge verliert, oder negativ wird. Man kann auch leicht begreifen, daß diese entgegengesetzten Wirkungen durch eine plötzliche Ergießung einer circulirenden Flüssigkeit in das eine Organ bewirkt werden könnten, indeß zu gleicher Zeit in dem andern eine gleich starke Evacuation statt fände. Wenn dieser Proceß geendigt wäre, so würde dann ein plötzliches Anfüllen des leeren, und eine schnelle Evacuation des angefüllten Organs eine Entladung der angehäuften Materie bewirken, da jetzt die Ursache von der Anhäufung nicht mehr vorhanden wäre.

Ich bin schon sehr oft wieder auf den Grundsatz zurückgekommen, auf welchen sich die vorhergehende Erklärung gründet. Jede Berührung von zwey verschiedenen Körpern in mehrern Punkten muß eine Verände-

rung ihrer Anziehungskraft hervorbringen, und bey den elektrischen Fischen mag dieß nicht allein durch eine plötzliche Ergießung des Blutes oder irgend einer andern circulirenden Flüssigkeit in einen gewissen Theil der animalischen Organisation bewirkt werden, sondern durch eine plötzliche Verdichtung der Theile in dem einen Organe, und durch eine eben so starke, gleich zeitige Verdünnung in dem andern.

Sie werden finden, daß ich zwey Wirkungsarten angegeben habe; welche von beyden aber bey dem Zitteraale und Zitterrochen vorzüglich wirksam seyn möge, läßt sich nicht bestimmen. Denn Herr Hunter hat uns die Textur der Organe nicht mit der Genauigkeit beschrieben, welche zu einer solchen Entscheidung erfordert wird. Er giebt bloß an, daß sie aus Wänden (septa) und querübergehenden Häuten bestehen. Die Wände, sagt er, dienen den letztern zur Befestigung und Unterstützung; allein er sagt nicht, ob sie mit Gefäßen versehen, oder von anderer Beschaffenheit sind; auch scheint er den Grad ihrer Spannung nicht untersucht zu haben, oder ihre Fähigkeit, bey gewissen Bewegungen des Thieres einen größern oder mindern Raum einzunehmen.

Lassen Sie uns jedoch annehmen, daß durch eine von den angegebenen Veränderungen eine Anhäufung entstanden sey, so wird sich uns unmittelbar folgende Frage aufdringen: wodurch wird die angehäufte Materie verhindert durch den Körper des Thieres nach der correspondirenden negativen Stelle hinzugehen? Hierauf würde ich antworten, daß eine Schicht von einer fettigen Substanz, zwischen beyden Organen, zu dieser Absicht völlig hinreichend wäre; denn die nicht leitende Eigenschaft der öhlichten Theilchen wird jede Anhäufung erhalten, bis sich der Fisch ihrer nach seinen Bedürfnissen bedient.

Aus

Aus der Section des Herrn Hunter sieht man, daß die Organe durch eine beträchtliche Scheidewand von einer fettigen Substanz getrennt werden, deren leitende oder häutige Theilchen so klein seyn müssen, daß dadurch von der Elektricität, welche durch das Thier angehäuft worden ist, nur wenig abgeleitet werden kann. Dieß erhellet aus unsern Versuchen mit Wasser und andern Körpern, welche bessere Leiter, als Häute sind, die aber, wenn sie in Haarröhrchen eingeschlossen worden, den elektrischen Schlag nicht zu leiten vermögen.

2) Die eben beschriebene ganz eigene Wirkungsart wird uns darauf führen, was ich in dem gegenwärtigen Falle als den zweyten merkwürdigen Gegenstand angegeben habe, nähmlich auf die besondern Eigenschaften der Wirkungen selbst, welche von der Wirkungsart abhängen, und mit denen sich in der Geschichte der elektrischen Fische auffallende Aehnlichkeiten finden. Wenn ich zwey Flächen zu laden versuchte, welche durch eine Schicht von Oel von einander getrennt wurden, so konnte ich keinen Schlag hervorbringen, wofern ich nicht die Entladung bewirkte, während die Anhäufung noch fortdauerte, oder immer ein neues Zuführen von elektrischer Materie statt fand. Unterbrach ich den Strom, wodurch den Flächen elektrische Materie zugeführt wurde, nur ein wenig, so wurde die gesammelte Menge, wegen des unvollkommenen Isolirens des Oels, sogleich zerstreuet. Die stärkste Ladung, die ich unter diesen Umständen hervorbringen konnte, war sehr unbeträchtlich. Diese Umstände aber haben mit denen, welche bey den elektrischen Organen jener Fische vorkommen, viel Aehnlichkeit, und wir finden daher, daß ihre Ladungen und Entladungen so ganz zu einer Zeit geschehen, daß mehrere in einer Minute hervorgebracht werden können.

Außerdem finden wir noch, daß ihre stärkste Ladung kaum den geringsten Luftraum zu durchdringen

vermag. Dieß rührt davon her, weil die Natur den Organen eine ganz eigene Gestalt verlieh; denn anders kann man eine schwache Ladung nicht sehr wirksam machen, als wenn man sie auf einer sehr großen Fläche ausbreitet. Wenn man die Zahl der Flaschen bey einer Batterie sehr vergrößert, so kann man eine Ladung erhalten, welche hinreichend ist, ein beträchtliches Stück Drath zu schmelzen, und doch nicht durch $\frac{1}{6}$ Zoll Luft zu gehen vermag. Die Natur hat folglich den Zitterrochen und Zitteraal mit der erforderlichen Kraft versehen, indem sie den Theilen, in welchen sie die Materie sammeln, eine beträchtliche Oberfläche gegeben hat; und da sich diese Thiere beständig im Wasser aufhalten, so läßt sich kein Zusammentreffen von Umständen denken, unter denen eine Ladung, welche hinreichend wäre, einen beträchtlichen Widerstand der Luft zu überwältigen, für die Bedürfnisse dieser Thiere nothwendig seyn sollte.

Mit Hülfe dieser Thatsachen, die wir so eben beschrieben und zu erklären versucht haben, ließ sich leicht schließen, daß, wenn die elektrische Materie in dem thierischen Systeme thätig, und bis zu dem Grade, wie bey dem Zitterrochen und Zitteraal, wirksam seyn könnte, es sehr wahrscheinlich wäre, daß sie bey den zahllosen Wirkungen, welche den verwickelten Structuren aller organisirten Materie eigen sind, sich fast immer in Thätigkeit befände. Man hielt die Entdeckung des Herrn Walsh für außerordentlich wichtig für die Naturlehre, indem man glaubte, daß sie sich bis ins Unendliche anwenden lasse. Sie veranlaßte mehrere der kühnsten Vermuthungen, und die meisten Physiologen machten sich Hoffnung, daß dadurch sehr bald jedes Geheimniß in Hinsicht der Wirkung der Nerven und der Muskularbewegung würde enthüllt werden. So eingebildet aber auch diese Vermuthungen einigen Natur-

for-

forschern vorkamen, so sind sie doch durch die Versuche des Herrn Galvani sehr bestätigt worden.

Ich will Ihnen von seinen Entdeckungen, und von den Entdeckungen Anderer, welche bloß Resultate von den Versuchen sind, die sie mit einiger Abänderung wiederholten, eine kurze Nachricht ertheilen.

Zu dieser Absicht ist jedoch zuvor eine oberflächliche Beschreibung der Lage der Nerven im Allgemeinen nothwendig. Die Quellen, aus welchen alle Nerven entspringen, sind die Höhlung im Kopfe und Rückgrad; in diesen befinden sich gewisse Oeffnungen, und durch diese gehen sie nach verschiedenen Theilen des thierischen Körpers hin. Von den ersten und großen Nervenästen sind mehrere durch nichts mit einander verbunden, als durch den gemeinschaftlichen Stamm, von welchem sie alle ausgehen; und wenn sich auch jeder von diesen Aesten in hundert kleinere, und jeder von diesen wieder in tausend noch kleinere theilt, so bemerkt man doch immer noch eben dieß Charakteristische an ihnen. Wenn man ihren Lauf von einer Stelle an, wo sie dem Auge kaum sichtbar erscheinen, rückwärts verfolgt, so wird man finden, daß irgend eine Wirkung auf Myriaden von Nervenästen Einfluß haben könnte, die alle zusammenhängend fortlaufen, und von denen keiner etwa in einen andern hineingeht. Jetzt wollen wir annehmen, daß die Nerven, deren Vertheilung ich eben beschrieben habe, Halbleiter der elektrischen Materien wären, welche die Eigenschaft besäßen, ihre Wirksamkeit zu reizen oder zu verstärken, so würde sich Folgendes ereignen:

1) Die elektrische Materie würde, auf ihrem Wege, nur auf die Nerven wirken, welche einen Verbindungskreis abgäben, und die Wirkung, welche sich durch ein Zusammenziehen der Muskeln, in welche die Nerven hineingehen, äußert, würde eben nicht viel andere Nerven afficiren, welche gleichsam Aeste von Aesten

sind. Wird ein starker Schlag durch den Ellenbogen in den kleinen Finger geleitet, so werden sich die übrigen Finger nicht zusammenziehen. Läßt man einen Schlag durch das Rückgrad gehen, und hält die metallische Substanz, wodurch der Schlag abgeleitet werden soll, an den einen Schenkel, so wird bloß dieser erschüttert werden.

2) Wir wollen annehmen, wir brächten keine künstliche Elektricität an die Nerven, sondern es hätte sich, wegen einer gewissen Veränderung von Umständen, am Ende eines Nerven oder eines gewissen Theils desselben, eine Menge elektrischer Materie gesammelt, oder eine positive Ladung gebildet, so würden natürlich der oder die Nerven, welche den Verbindungskreis ausmachten, durch welchen die Ladung nach dem correspondirenden negativen Theile hingieng, durchaus erschüttert werden.

Herr Galvani hat entdeckt, daß eine solche Anhäufung statt findet, wenn man Metalle an gewisse thierische Substanzen bringt, und daß eine Entladung erfolgt, wenn man mit dem nähmlichen, oder noch besser, mit einem verschiedenen Metall zwischen den Nervenästen, welche dem Metall am nächsten liegen, und andern, welche entferntere Theile von dem nähmlichen Nerven sind, eine Verbindung macht. Das Zusammenziehen, welches eine Folge des vorherbeschriebenen Verfahrens ist, läßt sich am besten bewirken, wenn man an die animalische Substanz, Gold, Silber, oder Zinn bringt, und die Verbindung mit Zink macht. Daß das Zusammenziehen durch Elektricität hervorgebracht wird, ist mit Hülfe des Bennetschen Elektroscopes erwiesen worden *). Wenn man das Rückgrad von einem

*) Dieß ist bey weitem noch nicht dargethan; vielmehr das Gegentheil wahrscheinlicher. S. J. A. v. Humboldt

einem Frosch und die Nerven von einem seiner Beine entblößt, an jenes ein Stück Zinn bringt, und es mit diesen durch ein Stück Zink verbindet, so zieht sich der ganze Schenkel augenblicklich zusammen.

Macht man den vorher beschriebenen Versuch mit einem todten Frosche, so wird dieser, wenn man, nach der gegebenen Vorschrift, Metalle gebrauche, Zuckungen bekommen, als wenn er lebte. Die Vermehrung der Reitzbarkeit, welche bey diesem Verfahren statt findet, läßt sich, dünkt mich, durch folgenden Versuch, sehr deutlich zeigen. — Legen Sie eine halbe Krone unter ihre Zunge, und ein Stück Zink auf dieselbe, dann bringen sie beyde Metalle, in dieser Lage, mit einander in Berührung; hier werden Sie sogleich einen unangenehmen Geschmack wahrnehmen, den man der verstärkten Wirkung der Nerven, von denen dieser Sinn herrührt, zuschreibt. Belegt man die Zunge mit Stanniol, und steckt ein Stück Silber in ein Nasenloch, so wird man, wenn man zwischen dem Silber und Zinn eine metallene Verbindung macht, im Falle man sich nähmlich im Finstern befindet, und die Augen schließt, einen Lichtblick sich über die Augen verbreiten sehen, welcher der Wirkung der elektrischen Materie bey ihrem Durchgange durch einige Aeste des Sehnerven beyzulegen ist.

Bey der Untersuchung über die vorhergehenden Thatsachen und die verschiedenen Erscheinungen, welche man unter verschiedenen Umständen wahrgenommen hat, stehen uns große Schwierigkeiten im Wege. Man hat unter andern geglaubt, daß hier ein Fall vorkomme, wo die elektrische Materie durch eine bisher unbekannte Ursache gesammelt und wirksam gemacht werde. Einige

boldt über die gereitzte Muskel- und Nervenfaser. I. B. (Berlin 1797. 8.) 10. Abschn. S. 349. u. f. A. d. U.

Naturforscher haben das Ganze „einer ganz eigenen, noch nicht bestimmten Kraft der Nerven zugeschrieben, die sie, so lange sie noch einen Theil des lebendigen Thieres ausmachen, besäßen, und wirken ließen, und behauptet, daß dadurch alle Erscheinungen der Wirkung der Nerven und Muscularbewegung entstände.“ — Wir gewinnen nichts, wenn wir mit in diese unbestimmte und hypothetische Aeußerung einstimmen. Sie löse keine von den vielen Fragen, welche die Thatsachen, die sie erklären soll, veranlassen; wir erfahren dadurch ganz und gar nicht, warum man Metall gebrauchen müsse, wenn die Nerven afficirt werden sollen, und insbesondere, wie es zugehe, daß durch das eine Metall der Verbindungskreis bewirkt, und durch ein anderes zugleich Elektricität hervorgebracht werde. Ich muß noch bemerken, daß mir die Nerven mit der ersten Erregung der Elektricität gar nichts zu thun zu haben scheinen; denn wenn man zwischen die Nerven und die Zinnfolie ein Stück Fleisch bringt, oder das Zinn auf Wasser legt, das die Nerven berührt, so sind die Erscheinungen eben so entscheidend, als wenn man das Zinn unmittelbar an die Nerven selbst bringt*).

Es ist hinlänglich bekannt, daß man, wenn zwey verschiedene Körper auf einander drücken, oder einander stark berühren, Zeichen von Elektricität wahrnimmt. Das Verdünsten von einem einzigen Tropfen Wasser, das Legen von einem Stück Tuch, das nicht über einen Quadratzoll Fläche enthält, auf auf die Fläche von einem elektrischen oder nicht elektrischen Körper, das Blasen von einigen Staubtheilchen gegen eine metallene Kugel; alle diese unbedeutenden Veränderungen von Umständen sind Quellen der Elektricität.

Wenn

*) Monro's Exp. on the nerv. System, p. 24. Priestley's Heads of Lectures etc. p. 166.

Wenn nun aber Ursachen, die in Rücksicht ihres Einflusses so unbedeutend zu seyn scheinen, von so entscheidenden Wirkungen begleitet sind, warum soll nicht das Berühren einer fleischigen Substanz mit Stanniol oder einem andern Metall ähnliche Wirkungen hervorbringen können? In allen den Fällen, die ich angegeben habe, ist eine und dieselbe Ursache vorhanden; und wenn wir zugeben, daß diese in dem letztern, dem Falle nähmlich, mit dessen Untersuchung wir uns beschäftigen, hinlänglich sey, Elektricität hervorbringen zu können, so wird die ganze Schwierigkeit auf Bestimmung ihrer Wirkungsart hinauslaufen. Es ist gar nicht meine Absicht, geradezu bestimmen zu wollen, wie diese eigentlich beschaffen sey, sondern ich frage bloß, ob sie nicht vielleicht folgende seyn könne.

Wenn die Nerven oder die daran liegende fleischige Substanz von der Zinnfolie berührt werden, so wird dadurch entweder die Anziehungskraft verstärkt, und durch diese den Berührungspunkten eine gewisse Menge elektrischer Materie von den nahe liegenden Körpern zugeführt, oder die Anziehungskraft wird vermindert, und jenen Punkten eine gewisse Menge elektrischer Materie entzogen, und in die Körper, welche sich in der Nähe befinden, abgeleitet.

Der so eben beschriebene Fall kömmt, wie es mir scheint, mit folgendem Versuche genau überein. — Man lege einen trocknen Bogen Papier, den man zuvor so heiß gemacht hat, daß man kaum die Hand daran leiden kann, auf eine isolirte Metallplatte; und reibe ihn sodann mit einem Stück elastischem Gummi; nach wenig Secunden werden beyde Flächen so fest an einander hängen, daß man sie mit Mühe trennen kann, und kein Elektriker wird zweifeln, daß dieses Anhängen von einem durch die Berührung der verschiedenen Flächen bewirkten

wirkten Verlust oder Zusatz von einer gewissen Menge elektrischer Materie herkomme *).

So lange das Zinn die fleischige Substanz berührt, läßt sich keine Spur von Elektricität entdecken; eben so kann man auch, so lange sich das Papier mit dem Metalle in Berührung befindet, selbst mit Hülfe des empfindlichsten Elektroscopes keine Spur von Elektricität wahrnehmen **). Sobald man aber ein anderes Stück Metall an dem Einflusse der Zinnfolie auf die fleischige Substanz Theil nehmen, und es zugleich seine Wirksamkeit auf beyde Nervenenden richten läßt, so entsteht sogleich ein neues Zusammentreffen von Umständen, eine neue Veränderung der Anziehungskraft, und augenblicklich nimmt man die Wirksamkeit der elektrischen Materie bey ihrem Uebergange in die Theile oder von den Theilen, welche berührt werden, an dem Zusammenziehen des Nerven wahr.

Auf gleiche Weise, wenn Sie das Papier von dem Metalle trennen, oder einen andern verschiedenen Körper auf die obere Seite des Papieres legen, oder mit dem Papiere in ähnliche Berührung bringen, oder überhaupt die Umstände, von denen die Anziehungskraft abhängt, verändern; so wird sogleich eine gewisse Menge elektrischer Materie abgeschieden, so, daß ein Funke, einen

*) Auf das Reiben des Papieres mit dem elastischen Gummi scheint der Verfasser gar nicht Rücksicht genommen zu haben; ohngeachtet dieß hier gewiß als die vorzüglichste Ursache der erregten Elektricität anzusehen ist. A. d. U.

**) Weil nähmlich hier eine Bindung der Elektricität des Papieres und Metalls nothwendig statt finden, und letztere dadurch für uns latent werden muß. A. d. U.

nen halben Zoll lang, in den leitenden Körper schlagen wird, den man an das isolirte Metall bringt *).

Hoffentlich werden Sie bedenken, daß ich Ihnen die Erklärung von den ganz besondern Thatsachen, welche Herr Galvani zuerst wahrgenommen hat, bloß in der Absicht vorgetragen habe, um Sie zu weitern Nachforschungen aufzumuntern. Wirklich ist auch in der ganzen Elektricitätslehre nichts einladender zu weitern Untersuchen, als die Verbindung, in der sie etwa mit der thierischen Oeconomie stehen mag. Denn hier scheint die mögliche Wirksamkeit der elektrischen Materie grenzenlos und von der größten Mannigfaltigkeit zu seyn.

Die allerergiebigsten, wenn nicht die einzigen Quellen dieser Wirksamkeit in der Natur sind die Ursachen, wodurch verschiedene Substanzen getrennt und verbunden werden. Das animalische System aber ist eine zahllose Sammlung von solchen Fällen, in denen solche Ursachen wirken. — Die Drüsen, die exhalirenden und absorbirenden Gefäße vermischen entweder jeden Augenblick verschiedene Stoffe mit einander, oder trennen ihre verschiedenen Theile von einander, und müssen, nach dem allgemeinen Naturgesetze, beständig neue

*) Hier wird nähmlich entweder die Wirksamkeit der Elektricität des Papieres auf den mit ihm in Berührung gebrachten Körper gezogen, oder es hört bey der Trennung des Papieres und Metalls die Bindung ihrer Elektricitäten auf, mithin muß in beyden Fällen die Elektricität des Metalls frey und sensibel werden. — Wenn man auch dem Verfasser zugeben wollte, daß Elektricität vorzüglich Ursache des Galvanismus sey, welches, wie ich schon oben bemerkt habe, nichts weniger als erwiesen ist, so dürfte denn doch wohl die von ihm gegebene Erklärung für die so mannigfaltigen Phänomene desselben keinesweges hinreichen. A. d. U.

Digitized by Google

neue Quantitäten elektrischer Materie sammeln oder erfordern. Die Wirkungen dieser thierischen Processe aber werden durch die verschiedene Bewegung desjenigen Systems, welches von dem Willen abhängig ist, verstärkt. Ein neuer Strom von Blut, welcher durch eine verstärkte Bewegung nach irgend einem Theile hingetrieben worden ist, bringt neue Berührungen oder Trennungen, folglich eine neue Ursache von Elektricität hervor.

So zahlreich aber die Ursachen sind, wodurch Elektricität hervorgebracht werden kann, eben so zahlreich sind auch die möglichen Mittel, welche dem animalischen Systeme verstattet sind, die gesammelte elektrische Materie aufzubewahren oder zu isoliren. — Es giebt kaum eins von den wichtigen Organen, das nicht mit thierischem Oel umgeben wäre. Dieß ist besonders der Fall mit den meisten Drüsen, und mit jeder einzelnen Muskelfaser. Ja, das ganze Muskularsystem ist eine Sammlung von mehrern Mitteln, welche alle zur Erregung und Anhäufung der Elektricität vorzüglich geschickt sind. Ihre Gefäße sind so eingerichtet, daß sie plötzlich einen Strom von Blut aufnehmen können, wodurch das letztere mit der größtmöglichsten Fläche in Berührung kömmt, und das Oel, welches zwischen ihnen befindlich ist, und jede einzelne Faser von der zunächstliegenden trennt, schließt die gesammelte elektrische Materie ein, so, daß sie von den Nerven, welche zu diesen Theilen gehören, fortgeleitet werden muß, und welche dann, wenn sie die Materie fortleiten, unmittelbar zusammengezogen werden.

Könnten wir diese theoretischen Vermuthungen, von denen ich zu behaupten wage, daß sie wenigstens einigen Schein der Wahrscheinlichkeit für sich haben, erweisen, so würden wir im Stande seyn, eine große Menge von Thatsachen, die uns bisher unerklärbar vorgekom-

gekommen sind, zu erklären, wir würden mehrere Verschiedenheiten von der Menge der fettigen Membranen, und mehrere Veränderungen der Gesundheit und Stärke von ihrer verschiedenen Beschaffenheit und körperlichem Inhalte ableiten. Der Zustand der Gefäßfaser würde eine andere Quelle von Veränderungen öffnen, eben so auch die verschiedenen Grade der Wirksamkeit oder Kraft, vermöge deren die circulirenden Flüssigkeiten in sie hineingetrieben werden. Doch das Feld der Theorie, worauf ich Sie jetzt Ihr Auge habe richten lassen, hat keine Grenzen, und viel sind der Arbeiten, welche vor jedem Ihrer Schritte vorhergehen müssen, wenn Sie mit Zufriedenheit und einigem Grade der Gewißheit weiter kommen wollen.

Dreyßigste Vorlesung.

Anweisung zur Verfertigung des elektrischen Apparates.

I. Eigentlich elektrischer Apparat.

Bey Verfertigung Ihres elektrischen Apparates müssen Sie hauptsächlich darauf Rücksicht nehmen, wie Sie allen unnöthigen Aufwand von Kräften, alle unnütze Verschwendung von Zeit, Geschicklichkeit oder andern erforderlichen Mitteln vermeiden wollen. Dieß werden sie nicht im Stande seyn, wenn Ihre Bewegungen zu langsam, zu zahlreich oder zu verwickelt sind, wenn Sie ohne Noth sehr kostbare Ingredienzen gebrauchen, wenn Sie zu sehr im Kleinen Versuche machen, und auf diese Weise in Irrthümer gerathen, die sich nur durch wiederholte Bemühungen verbessern lassen,

Digitized by Google

sen, oder wenn Ihre Versuche allzu sehr ins Große gehen, in welchem Falle denn jedes Resultat ungeheuere Arbeit erfordert.

Der Experimentator, welcher allen unnöthigen Aufwand von Kräften vermeidet, oder welcher sich in dem weder zu viel noch zu wenig thun einige Fertigkeit zu erwerben weiß, entgeht sicher allen den beschwerlichen Hindernissen, welche seinen Nachforschungen entgegen stehn. Sein Apparat wird ganz einfach seyn, und er wird dann, wenn ihn seine Resultate hintergehn, nur wenige Theile desselben als Quellen seines Irrthums zu untersuchen haben. Sein Apparat wird ihm nicht viel kosten, und weil er dadurch in den Stand gesetzt ist, noch mehr zu leisten, so gewinnt es auch mehr Wahrscheinlichkeit, daß sich die Bemühungen von mehreren andern mit der seinigen vereinigen werden. Sein Apparat wird dauerhaft seyn, und er um deswillen nicht nöthig haben, die beschwerlichen Arbeiten oft zu wiederholen. Man wird sich von seinem Apparate leicht einen Begriff machen, ihn folglich ohne Mühe verbessern, und die Verbesserungen desselben um so leichter realisiren können. Kurz, alle Hülfsmittel, deren er sich zu seinen Erfordernissen bedient, werden ihrem Endzwecke entsprechen, und es wird dadurch nichts verschwendet werden, was zu künftigen Bedürfnissen vortheilhaft seyn könnte.

Die gewöhnliche Quelle der künstlichen Elektricität ist das Reiben. Es muß daher unser erstes Geschäft seyn, einen Körper von solcher Beschaffenheit und Gestalt zu wählen, vermöge deren sich die elektrische Materie durch Reiben dieses Körpers am leichtesten anhäufen läßt.

Glas hat man aus folgenden Gründen allen andern Körpern vorgezogen:

1) Es

1) Es ist der dauerhafteste unter allen elektrischen Körpern.

2) Man kann ihm jede beliebige Gestalt geben.

3) Es ist von allen elektrischen Körpern der leichteste. — ?

4) Ob es gleich Feuchtigkeit sehr schnell anzieht, so läßt sich diese doch weit leichter wieder wegschaffen, als bey andern Körpern. Bey andern elektrischen Körpern dringen wässerige Theilchen in ihre Substanz ein; allein beym Glase bleiben sie bloß an der Oberfläche desselben, und lassen sich mit einem leinenen Tuche leicht abwischen.

Einige haben Glas von sphärischer Gestalt vorgezogen; allein dann muß das Küssen, dessen man sich dabey bedient, eben diese Gestalt bekommen, und dieser Umstand macht das Andrücken desselben schwer und unvollkommen. Ueberdieß kann man den seidenen Lappen, den man an das Küssen befestigt, nie so schneiden, daß er an dem Glase genau anliegen sollte.

Man hat auch die sphärische Gestalt um deswillen angerathen, weil auf diese Weise die Kugel an dem obern Theile vollkommen isolirt werden könnte; und zu dem Ende hat man sie sich an einer Axe, lothrecht gegen die Erde, umdrehen lassen. Allein wenn die Kugel auf einer solchen Axe ruht, so wird sie beständig locker; denn der Druck des Küssens findet über dem Punkte, wo die Kugel fest gemacht ist, statt, mithin kann ihm auch der festeste Kütt nicht gehörigen Widerstand leisten.

Außer England bedient man sich sehr häufig der Glasscheiben, und in den ausländischen Journalen werden ihnen erstaunenswürdige Wirkungen zugeschrieben. Allein ich muß bemerken, daß man hier nach der Stärke der Ladung einer gegebenen Batterie urtheilt. Eigentlich stehen aber die Ladung, deren eine Batterie fähig ist, und die Wirksamkeit des geriebenen Glases in keiner

ner Verbindung. Denn schon mit einem kleinen Cylinder kann man fast jede Anhäufung von Elektricität hervorbringen, wenn man nur eine hinlängliche Anzahl Flaschen gebraucht, und auf das Laden derselben genug Zeit verwendet *). Man hat sicher keinen Grund, anzunehmen, daß man mit einer Glasscheibe die Elektricität stärker erregen könne, als mit einem Glase von irgend einer andern Form. Aller etwa damit verbundene Vortheil muß darinnen bestehen, weil man beyde Seiten zugleich reibt, oder weil man die Ursache der Elektricitätserregung auf diese Weise auf eine möglichst dünnste Fläche eines elektrischen Körpers wirken lassen kann. Allein dieß ist nur ein eingebildeter Vortheil; denn man hat gefunden, daß ein dicker elektrischer Körper eben so wirksam ist, als das dünnste Glas. Wenn die Verschiedenheit des Druckes irgend einen Vorzug gewähren soll, so kann man diesen den Scheibenmaschinen ohnmöglich beylegen. Denn alle bisher verfertigten können einen so starken Druck nicht aushalten, als ein Cylinder ohne alle Gefahr oder einigen andern Nachtheil zu ertragen vermag.

Der gegründeten Einwürfe gegen den Gebrauch der Glasscheiben sind mehrere, und diese von Wichtigkeit.

1) Die Einrichtungen, welche zum Isoliren derselben erfordert werden, sind sehr zusammengesetzt.

2) Sie sind nicht nur an sich selbst weit theuerer, als Glas von jeder andern Form, sondern sie lassen sich auch weit schwerer zu dem erforderlichen Gebrauche einrichten.

3) Sie sind im Mittelpunkte festgemacht, allein der Druck wirkt auf die Peripherie; daraus folgt denn, daß sie, bey vieler Gewalt, sehr leicht losgehen und in Unord-

*) Doch läßt sich eine Flasche oder Batterie desto stärker laden, je stärker die Maschine ist, mit der man die Ladung verrichtet. A. d. U.

ordnung gerathen, wenn man auch Sorge trägt, sie mit dem festesten und dauerhaftesten Kütt fest zu machen.

4) Glasscheiben zerbrechen unter allen Formen am leichtesten, und wenn sie eine beträchtliche Größe haben, so ist der hieraus entstehende Schade auch für den bemitteltsten Elektriker immer beträchtlich und unangenehm. Ueberdieß kann dieser Schade entstehn, wenn sie nur eine kleine Blase haben, oder nicht mit aller möglichen Genauigkeit im Mittelpunkte befestigt sind; denn in diesen Fällen kann sie der geringste ungleiche Druck zerbrechen.

5) Sie verstatten nicht das erneuerte Auftragen von Amalgam, welches doch zur vollkommensten Erregung der Elektricität wesentlich nothwendig ist.

6) Die Scheibe, und die zum Isoliren erforderlichen Einrichtungen nehmen einen zu großen Raum ein.

Ich ziehe Glascylinder, die an beyden Enden offen sind, aus folgenden Gründen vor.

1) Weil sie an beyden Enden Unterstützung zulassen, so kann man sie hinlänglich fest machen, so, daß sie jeden Druck oder jede Erschütterung ertragen können, denen sie bey den langen Arbeiten des fleißigen Experimentators ausgesetzt sind.

2) Man kann das Küssen und den seidenen Lappen ihrer Figur genau anpassen, so daß sie fest an ihre Seiten anliegen, und auch, während der Versuche ohne große Unbequemlichkeit, frisches Amalgam auftragen.

3) Man kann auch den Leiter in die Atmosphäre des Cylinders bringen. Dieß ist ein großer Vortheil; dieser läßt sich bloß aus der Erfahrung bestimmen, und kann weder der Scheibe noch der Kugel zu Theil werden.

4) Maschinen mit cylindrischen Gläsern nehmen den kleinsten Raum ein. Auch mit Leitern, welche mit dem Cylinder parallel stehen, lassen sie sich auf einem mäßigen Tische befestigen, und in einem kleinen Ka-

sten aufbewahren, aus welchem man sie, wenn man sie gebrauchen will, sogleich herausnehmen kann.

Ich würde Ihnen, wenn Sie einen Cylinder kaufen wollten, rathen, einen so dünnen, als möglich, zu nehmen. Nicht daß ich etwa ein gewisses Gewicht zu Erregung der Elektricität für vortheilhafter hielt, als ein anderes, sondern weil Ihre Maschine, bey den unzählichen Umdrehungen, welche ihr Gebrauch erfordert, desto leichter verdorben wird, je schwerer sie ist.

Das Glas hat auf seiner Oberfläche gewöhnlich kleine Erhöhungen und Unebenheiten, deren Spitzen und Ecken das seidene Zeug verderben, den Schmutz sammeln, und dadurch die öftere Reinigung desselben noch nothwendiger machen. Um diese Nachtheile zu vermeiden, muß man die Zeit in Acht nehmen, wenn die Arbeiter in den Glashütten ihre Häfen aufmachen. Denn die Unebenheiten, deren ich gedacht habe, sind eine Folge von dem unvollkommenen Schmelzen der Glasmaterie, welches statt findet, wenn der Hafen beynahe voll, oder bald leer ist. Die besten Cylinder werden geblasen, wenn der Hafen halb voll ist, und dieß findet in den Londoner Glashütten Mittwochs und Donnerstages statt.

Die Hälse des Cylinders müssen hinlänglich weit seyn, daß man mit der Hand hinein kann. Denn an der inwendigen Seite des Glases bilden sich insgemein verdichtete Dünste, und wenn man diese mit einem trockenen warmen leinenen Tuche abwischen kann, so hat man nicht nöthig, die inwendige Seite mit Weingeist und Bleyweiß zu überstreichen, und dieses wieder mit einem Lappen, welchen man an das Ende eines gebogenen Drathes, der in den engen Hals hineingeht, bindet, abzureiben, welches eine sehr gefährliche und mühsame Arbeit ist.

Ich

Ich habe gefunden, daß ein Cylinder wenigstens vierzehen Zoll im Durchmesser haben muß, wenn man eine ziemlich wirksame Batterie ohne einen beträchtlichen Verlust von Zeit und Arbeit gebrauchen will. Ein solcher Cylinder muß wenigstens ein und zwanzig Zoll lang seyn; denn sonst kommt der Arm, beym Umdrehen des Cylinders, so weit in die Atmosphäre des Leiters, daß auf diese Art eine beträchtliche Menge von der angehäuften elektrischen Materie abgeleitet wird.

Die Kappen des Cylinders macht man insgemein von sehr trocknem Holze. Denn wenn nun etwas weniges Saft oder Feuchtigkeit darinnen bleibt, so wird dieß vermöge der Wärme des Küttes ausdünsten, und das Zusammenziehen, welches theils hierdurch, theils aber auch daraus entsteht, weil man hierbey eine neue Fläche des Holzes der Luft aussetzt, wird hinreichend seyn, den Cylinder zu zerbrechen. Gemeiniglich gebraucht man zu diesem Behuf harte ausländische Hölzer; allein unter allen diesen ist keins, dessen man sich mit völliger Sicherheit bedienen könnte, und ich bin ganz der Meynung, daß eine leichte Messingkappe das beste ist, das man zu dieser Absicht wählen kann. Diese wegen ihrer größern leitenden Kraft verwerfen zu wollen, ist abgeschmackt. Denn das Isoliren hängt von der Entfernung der Kappe von dem Küssen ab, und wenn man nur auf diese Entfernung gehörig Rücksicht nimmt, so ist es von geringer Bedeutung, aus welcher Materie die Kappe bestehe. Ueberdieß isolirt das trockenste Holz nicht besser, als Metall, und auf der Oberfläche desselben befinden sich weit eher Spitzen, als auf wohl polirtem und überfirnißtem Messinge. Der eine Theil der Kappe muß ein Ring oder Zwinge seyn, und dieser muß dem Halse des Cylinders genau angepaßt werden, und eine so große Oeffnung haben, daß man mit der Hand in selbige hineinkann. Je mehr diese Zwinge

Oberfläche hat, desto besser ist es; denn desto fester muß der Kütt halten. Auf die Zwinge wird ein Deckel, den man zuvor von allen Ecken befreyt hat, aufgeschraubt, und in den Mittelpunkt dieses Deckels wird auf der einen Seite die Kurbel, auf der andern die Spindel, an welcher sich der Cylinder herumdrehet, eingeschraubt.

Vor einiger Zeit machte man einen Theil der Kurbel von Glas. Allein dieß war sehr abgeschmackt; denn durch Glas wurde ja die Entfernung nicht verringert, welche dem Entweichen der elektrischen Materie sehr günstig ist, die Entfernung nähmlich, in welcher sich die Hand von dem Leiter befindet, wenn sie, beym Drehen, ihm gegenüber zu stehen kömmt. Hieraus sieht man auch, daß es thöricht sey, das Ende des Cylinders zu isoliren, an welches die Kurbel befestigt ist. Das Isoliren des andern Endes aber ist bey einer gewissen Stellung des Leiters vortheilhaft.

Wer unsere Wissenschaft mit einem gewissen Eifer verfolgt, der wird es gewiß äußerst lästig finden, das Isoliren unnöthigerweise zu vervielfältigen. Denn wenn die Bewegung stark ist, und lange dauert, so wird auch der beste Kütt nachgeben, und nichts kann verdrießlicher seyn, als wenn man, mitten in einem Versuche, genöthigt wird, einen Schaden wieder zu verbessern.

Das Küssen macht man gewöhnlich von Leder, und stopft es mit Haaren aus. Es muß so hart seyn, als ein frisch gepolsterter kameelhärner Stuhl, und eine solche Gestalt haben, daß es die Seiten des Glases, beym Umdrehen desselben, beständig berühre. Die Länge des Küssens muß nie mehr, als den dritten Theil der Länge des Cylinders betragen; denn das eine Ende des Leiters muß immer der Hand zwey oder drey Zoll näher seyn, als das Küssen; wenn daher letzteres länger ist, so

kann

kann nur ein sehr unvollkommenes Isoliren statt finden.

Wenn man den seidenen Lappen wegläßt, so ist die mögliche Ladung des Cylinders verhältnißmäßig nur sehr gering. Er muß so breit, als das Küssen, seyn. Man näht ihn an einen Drath, dessen beyde Enden umgebogen sind, und diese Enden steckt man in Löcher, welche zu diesem Behuf in den obern Rand des Holzes, an welches das Küssen fest gemacht ist, gebohret sind. Der Länge nach muß er mit dem halben Umkreise des Cylinders übereinkommen, und bis dahin reichen, wo die Spitzen, welche an dem Leiter befindlich sind, den Cylinder berühren. Ehedem wandte man auf die Zubereitung des seidenen Lappens viel Fleiß. Allein ich fand, daß ein Stück gewöhnlicher Taffet, ohne alle Zubereitung, völlig hinreichend ist. Man muß ihn in eine solche Lage bringen, daß der Cylinder bey der Bewegung nicht queer über den Faden weggeht; denn sonst würde er sehr bald zerrissen werden.

Das Küssen muß an ein elastisches Gestell befestigt werden; denn nie ist ein Cylinder ganz vollkommen eben; wenn es also nicht nachgeben kann, so wird der Cylinder sehr bald zerbrochen werden, oder sonst irgend ein Nachtheil entstehn.

Die Länge des Leiters, welche ich am schicklichsten gefunden habe, kommt mit der Länge des Cylinders, mit Inbegriff der Hälse, überein. Sein Durchmesser beträgt fast den dritten Theil von dem Durchmesser des Cylinders. Man macht ihn von Kupfer, welches besser ist, als verzinntes Eisenblech, weil es eine glattere und dauerhaftere Oberfläche hat. Die Enden desselben sind sphärische Deckel, welche in den cylindrischen Theil des Leiters so eingepaßt werden, daß man sie leicht einsetzen, und wieder abnehmen kann. An verschiedenen Stellen gehen kupferne etwa $\frac{2}{3}$ Zoll dicke

Röhren durch den Leiter durch, wodurch der Operator in den Stand gesetzt wird, die verschiedenen Theile seines Apparates mit Leichtigkeit mit einander zu verbinden.

An Herrn Nairne's Patentmaschine sind die Empfangspitzen festgemacht; allein besser ist es, wenn man ihre Lage nach Gefallen verändern kann; denn das mehr oder minder gute Isoliren einer Maschine hängt sehr von diesem Umstande ab, weil die kleinste Veränderung in Ansehung der Lage der Spitzen oft die größte Verschiedenheit in Absicht auf den Grad der Anhäufung hervorbringt. Nach einer Methode, die ich von Herrn Read gelernt habe, befestige ich meine Spitzen an mehrere sehr kleine messingene Ringe; diese stecken an einer Axe, deren Enden umgebogen, und in zwey an der Seite des Leiters befindliche Löcher gesteckt sind. Auf diese Weise ruhen die Spitzen auf dem Glase, und sind folglich mit ihm in beständiger Berührung, ohne jedoch die Bewegung im mindesten aufzuhalten.

Die Vorschriften zu Bereitung elektrischer Amalgame sind eben so verschieden, als die Experimentatoren, die sich mit unserer Wissenschaft beschäftigt haben. Nach meiner eignen Erfahrung, welche mit der Erfahrung des Herrn Brooke übereinkömmt, ist folgendes Amalgam vorzuziehen, welches von dem, das uns in den philosophischen Transactionen empfohlen wird, nicht sehr abgeht.

Man nimmt einen Theil Zink, und setzt ihn in einem eisernen Löffel über das Feuer. Wenn der Löffel fast roth glühet, so thut man ein wenig Talk auf den Zink, worauf er sogleich in Fluß kommen wird. Wenn er sich nun in diesem flüssigen Zustande befindet, so gießt man vier Theile Queckſilber darunter. Dieß muß mit vieler Vorsicht geschehen; denn sonst wird das Queckſilber durch die Hitze zerstreuet werden, und auf diese

Weise

Weise verloren gehen. Unter dieses Amalgam mische ich nie Fett. Die Art, wie es zu gebrauchen ist, wird sich aus den Vorschriften, welche ich Ihnen in Hinsicht auf die Erregung der Elektricität des Cylinders ertheilen will, ergeben. *)

Zuerst müssen Sie von Ihrem Apparate, dem Tische und dem Fußboden darunter allen Staub wegzubringen suchen. Sodann wischen Sie alle die Stüfken, welche zum Isoliren dienen sollen, mit einem trocknen warmen Tuche ab. Sollte Ihr Cylinder durch vorhergehenden Gebrauch fettig oder schmutzig geworden seyn, so müssen Sie ihn mit Weingeist reinigen. Wirklich hängt der Grad der Elektricitätserregung gänzlich von der Sorgfalt ab, mit welcher Sie den Cylinder von Schmutz und Feuchtigkeit zu befreyen suchen.

Wenn das Küssen an die Seiten des Cylinders fest angedrückt ist, so thun Sie, während Sie den Cylinder umdrehen, das Amalgam auf den unbedeckten Theil des Cylinders. Dieß läßt sich bewerkstelligen, wenn man es zuvor mit Wachs oder Leim auf ein Stück Leder klebt, oder auch, wenn man ein hartes Stück davon mit dem Messer aufkratzet, und es so an den Cylinder hält, daß die Fläche desselben mit dem Theile des Cylinders in Berührung kömmt, gegen den es von der Hand gedrückt wird. Wann sich die elektrische

*) Bey uns räumet man dem sogenannten Kienmayerischen Amalgam, das aus zwey Theilen Queckfilber, einem Theile gereinigten Zink, und einem Theile Zinn besteht, vor allen andern den Vorzug ein. Ueber die Bereitungsart desselben sehe man Gothaisch. Mag. für das Neueste aus der Phys. und Naturgesch. VI. B. 3tes St. S. 104. u. f. und Gehlers phys. Wörterbuch V. B. S. 18. u. f.
A. d. U.

Materie nicht wenig Secunden nach dem Anhalten des Amalgams in hinlänglicher Menge sammelt, so streichen Sie ein wenig Oel auf Ihre flache Hand, und berühren Sie damit den Cylinder, beym Umdrehen. Dieß wird sogleich wirken, und Sie werden die Wirkung davon an dem vergrößerten Widerstand des Küssens und den häufigen Strömen elektrischer Materie, welche von dem Rande des seidenen Lappens in Ihre Hand übergehen, wahrnehmen. Dieses Verfahren können Sie ohne Mühe so oft wiederholen, als Sie es für nöthig finden, die abnehmende Elektricitätserregung des Cylinders wieder zu verstärken. Man hat auch darauf zu sehen, daß das Amalgam nicht zum Theil verkalkt sey, welches der Fall ist, wenn es der Luft ausgesetzt gewesen, oder wenn ein Theil davon zwischen dem Küssen und Cylinder gerieben worden ist. Wenn der Grad der Elektricitätserregung seine gehörige Stärke erreicht hat, so müssen zwischen den glänzenden Funken, welche immer hinter einander von dem Leiter auf das Küssen überschlagen, nicht drey Secunden vergehen. *)

Bis jetzt habe ich jeden Theil des Apparates beschrieben, welcher zur Anhäufung der elektrischen Materie erfordert wird. Es giebt aber zwey Wege, auf denen sich die Gewalt der angehäuften Elektricität anwenden läßt. Man kann sie unter der Gestalt eines Funkens unmittelbar aus dem Leiter ziehen, oder man kann sie auf der Oberfläche vom Glase sammeln, und ihre

*) Die, welche sich selbst eine Elektrisirmaschine verfertigen, oder unter ihrer Aufsicht verfertigen lassen wollen, werden folgende kleine Schrift nicht ohne Nutzen lesen: Joh. Christ. Hofmann praktische und gründliche Anweisung, auf eine leichte und wohlfeile Art gute Elektrisirmaschinen zu bauen, mit einem dazu neuerfundenen Reibzeug von gespanntem Taffet. Leipzig. 1798. 8. A. d. U.

ihre Wirkungen untersuchen, wenn sie von der positiven Seite nach der negativen übergeht. Will man den Funken gebrauchen, so ist die Vorrichtung die beste, welche die größte Anhäufung und die öfterste Entladung in der kürzesten Zeit verstattet. Zu dieser Absicht muß der Durchmesser des Cylinders und Leiters sehr groß seyn. Wenn der Cylinder ein und zwanzig und der Leiter zehen Zoll im Durchmesser hat, und ersterer zwey und einen halben, letzterer hingegen zehen Fuß lang ist, so wird von einer zweyzolligen Kugel zu einer andern durch einen Luftraum von $1\frac{1}{2}$ Zoll ein beständiger Strom von elektrischer Materie übergehen. Betragen aber die vorher angegebenen Längen und Durchmesser weniger, so wird man auch in Absicht auf den Schall und die Schnelligkeit der auf einander folgenden Funken verhältnißmäßig eine Veränderung wahrnehmen.

Wollen Sie sich eines chemisch elektrischen Apparates bedienen, so werden Sie es für nöthig finden, eine Maschine von der größtmöglichsten Wirksamkeit zu gebrauchen. Denn bisweilen wird durch Millionen der stärksten Funken nur eine sehr geringe Veränderung bewirkt, mithin muß die Größe Ihrer Maschine in einem Tage einen Unterschied von einigen Stunden Arbeit veranlassen. Ihre mittheilenden und empfangenden Kugeln müssen wenigstens zwey Zoll im Durchmesser halten; sicher aber erhalten Sie den stärksten Funken, wenn Sie dreyzöllige Kugeln gebrauchen. Die wohlfeilsten Kugeln macht man von Holz, und überzieht sie mit Stanniol. Allein dieser geht oft los, und daraus entstehen Unebenheiten; daher hat man immer damit zu thun, die Spitzen auf ihrer Oberfläche aufzusuchen und niederzudrücken. Leichte Kugeln von Kupfer sind auf jeden Fall vorzuziehen. Allein sie sind theuer, und werden,

beym öftern Gebrauche, leicht eingedrückt und verdorben.

Um die Kugeln bequem an den Körper, mit dem man Versuche machen will, bringen zu können, muß man nothwendig mit dünnen Röhren von verschiedenen Längen versehen seyn. Der Durchmesser derselben darf nicht kleiner seyn, als einen halben Zoll, und der Rand, wo sie zusammengelötet sind, muß sehr sorgfältig abgefeilt seyn. Kupferne Röhren sind die besten, aber sehr kostbar. Um solche Röhren an den Leiter befestigen zu können, haben die Herren Nairne und und Blunt eine Art von Charnier angebracht, welches sich nach zwey verschiedenen Richtungen bewegen läßt. An den einen Theil desselben ist ein Stück Holz oder Messing befestigt, welches in den Leiter hineingeht, und an den andern ebenfalls ein Stück Holz oder Messing, an welches die Röhre angesteckt oder angeschraubt wird, an deren Ende sich die empfangende oder mittheilende Kugel befindet. Wollen Sie mit geladenem Glase Versuche machen, so müssen Sie entweder eine einzelne Flasche, oder eine Batterie gebrauchen. Die beste Form einer einzelnen Flasche ist die cylindrische; denn hier ist die Oeffnung derselben weit genug, daß man mit der Hand hinein kann. Bey einer solchen Flasche läßt sich die Belegung inwendig leicht befestigen, und der Staub, der sich immer darauf zu sammeln pflegt, leicht abwischen.

Ist das Glas dünner als $\frac{1}{8}$ Zoll, so wird die Flasche keine beträchtlich starke Ladung aushalten. Der Drath, durch welchen die Ladung der Flasche mitgetheilt wird, darf nicht weniger, als $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser halten. Das Ende desselben versieht man mit einer metallenen Kugel von wenigstens einem Zoll im Durchmesser.

Will

Will man die Flasche öfters an einen andern Ort bringen, so muß der Ladedrath so befestigt seyn, daß er in dem Mittelpunkte der Flasche immer fest bleibt. Einige gebrauchen zu dieser Absicht ein Stück Holz, welches wie ein Deckel gerade auf den Rand des Glases paßt; allein auf diese Art wird der Raum, welcher die äußere Belegung von dem Ladedrathe trennt, verkleinert, mithin das Isoliren geschwächt, folglich kann auch die elektrische Materie von der inwendigen Seite mit größerer Leichtigkeit übergehen, daher verliert die Flasche immer einen Theil ihrer Ladung, und die Zeit, welche zu ihrer völligen Ladung erforderlich ist, wird dadurch verlängert. Am besten ist es, man befestigt den Drath unter dem Rande der innern Belegung.

Will man die Flasche nicht von der Stelle, wo sie geladen werden soll, wegnehmen, so kann man den Drath an den Leiter fest machen. Hier kann man alsdann das Glas ohne Schwierigkeit wegnehmen, um es zu reinigen, und überhaupt mehrere Versuche auf den Oberflächen der Körper anzustellen, die Ihnen aus meinen Vorlesungen bekannt sind.

Eine Batterie besteht aus mehrern Flaschen, welche so mit einander verbunden sind, daß man den Schlag, von jeder bestimmten Anzahl zugleich durch einen und denselben Verbindungskreis durchgehen lassen kann.

Folgende Punkte sind bey Verfertigung einer Batterie zu berücksichtigen:

1) Ihre Verbindungsdräthe müssen frey von allen Ecken und Spitzen seyn.

2) Sie müssen sich leicht bewegen lassen, damit sie, wenn etwa die Anzahl der Flaschen durch Zufall vermindert worden seyn sollte, so eingerichtet werden können, daß sie bloß mit den noch übrigen Flaschen in Verbindung stehen.

3) Die

3) Die Flaschen müssen nicht zu gedrängt stehen. Denn wenn es etwa die Nothwendigkeit erfordern möchte, Flaschen von verschiedener Größe oder Höhe zu gebrauchen, so würde die Zinnfolie der höhern, wenn sie mit dem unbelegten Glase der niedrigern in Berührung käme, das Isoliren derselben schwächen.

4) Die Flaschen dürfen nicht allzu groß seyn. Denn ob sich schon sehr große Flaschen mit weniger Mühe reinigen lassen, so werden doch dadurch auch die Kosten, welche zu Ersetzung des sehr oft entstehenden Schadens erforderlich sind, sehr vergrößert.

5) Die verschiedenen Drathe müssen so fest gemacht werden, daß sie nicht hin und her wanken können.

6) Sie muß den möglichst kleinsten Raum einnehmen. Denn je größer sie ist, desto wahrscheinlicher werden die sie umgebenden Leiter auf sie Einfluß haben.

Bey Verfertigung der Batterie, welche ich gebrauche, habe ich alle diese Erfordernisse zu erfüllen gesucht.

Fig. 52. Taf. 2.

A B ist ein Stab von Eisen oder Messing, dessen Länge sich nach der Länge des Tisches, auf welchem die Batterie fest gemacht ist, richtet. Der Drath hiezu muß wenigstens $\frac{1}{3}$ Zoll stark seyn. Die Kugeln an seinen Enden macht man entweder von recht polirtem Holz oder Metall, und sie müssen wenigstens drey Zoll im Durchmesser halten.

Fig. 53. Taf. 2.

A B ist ein messingener oder eiserner Drath, $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser; bey C ist er in den messingenen Ring A eingeschraubt; an B hängt ein Stück Kette, welches

welches auf den Boden der Flasche zu liegen kömmt. Dieser Drath steht mit dem Stabe A B, Fig. 52. in Verbindung. Den messingenen Ring kann man, sammt dem daran geschraubten Drathe, an dem Stabe, wie man nur will, verschieben, und wenn es nöthig ist, den Drath ganz weg zu nehmen, so kann man ihn leicht abschrauben. Ich darf es kaum erinnern, daß man die Einrichtung, die ich so eben beschrieben habe, wiederholen, und an so vielen Flaschen anbringen kann, als unter dem Stabe, vermöge seiner Länge, stehen können.

Fig. 54. Taf. 2.

Der Stab A B, Fig. 52. wird an jedem Ende von einem gläsernen Isolator, wie H I, getragen, welcher mit eisernen Schrauben an den Tisch befestigt ist. Das obere Ende des Isolator ist mit einer hölzernen Kappe versehen, welche so ausgehöhlet ist, daß die Kugeln des Stabes gerade darinnen liegen können. So wie sich die Anzahl der Flaschen vergrößern läßt, wenn man den Stab verlängert, so kann man auch der Batterie jede Größe geben, wenn man die Zahl der Stäbe vermehrt.

Das so eben beschriebene ist der kostbarste Theil des elektrischen Apparates. Bisweilen zerbrechen acht oder zehn Flaschen bey einer Entladung, und diese lassen sich nicht ohne viel Zeit und Mühe wieder ersetzen. Herr Brooke hat mehrere Methoden, zerbrochene Flaschen zum Laden wieder tauglich zu machen, versucht, aber unter zehenmal zerbrach eine solche geflickte Flasche, ehe sie zum zweytenmale geladen werden konnte, neunmal an dem Rande des auf das Glas gestrichenen Kittes *). Das vorhergehende Uebel läßt sich sehr ver-

*) Am leichtesten läßt sich eine zersprungene Flasche wieder zum Laden geschickt machen, wenn man auf den Spring

vermindern, wenn man eine sehr große Batterie gebraucht, so daß auch schon eine schwache Ladung derselben für die verlangte Wirkung hinreicht.

Den Auslader, dessen ich mich zu bedienen pflege, habe ich Ihnen bereits im Allgemeinen beschrieben *). Ich muß hier noch bemerken, daß die größte Schwierigkeit bey Verfertigung desselben darinnen besteht, zu machen, daß sich die Axe ganz stet in der Haube herum drehen lasse. Denn da die Bewegung so beträchtlich ist, so ist die geringste Erschütterung mit Schaden verbunden. Da man dieses Werkzeug beständig gebraucht, so werden Sie gewiß Mühe und Kosten sparen, wenn Sie sich deshalb an einen Verfertiger physicalischer Instrumente wenden. Herr Blunt von Korehill, in London, hat den verfertiget, den Sie hier sehen, und dieser kann Sie, ohne weitere neue Vorschriften, damit versehen. Ich würde doch noch eine Veränderung vorschlagen. Es würde besser seyn, wenn man die Scheiben, statt drey, sechs Zoll im Durchmesser machte.

Herrn Brooke's Elektrometer ist ein sehr kostbares Instrument, und es kann nur von einem sehr geschickten Mechaniker verfertigt werden. Es ist jedoch das einzige zuverläßige in seiner Art. Eine weitläufige und genaue Beschreibung davon findet man in seiner Abhandlung, unter dem Titel: Vermischte Versuche und Bemerkungen über die Elektricität ꝛc. Bloß nach dieser Beschreibung sind Sie im Stande, sich ein Instrument dieser Art selbst zu verfertigen; denn in der Beschreibung, welche sich davon in den philosophischen Transactionen befindet, ist durch Auslassen der Buchstaben

Sprung derselben auf beyden Seiten heißes Siegellack auftröpfeln läßt, nachdem man an dieser Stelle die Belegung zuvor weggenommen hat. A. d. U.

*) S. 121. u. f.

ben auf den Kupfertafeln aus Nachläßigkeit alles unverständlich geworden.

Da ich Sie nunmehr mit allen Theilen von dem Apparate bekannt gemacht habe, welcher zum Erregen, Sammeln und Mittheilen der elektrischen Materie erforderlich ist, so will ich nunmehr zu Beschreibung solcher Versuche fortgehen, mit deren Hülfe sich die Natur der angehäuften Elektricität bestimmen läßt.

Wenn ein elektrischer Körper bis zu einer beträchtlichen Stärke geladen ist, so stellt man ihn auf einen Isolator und bringt den Finger an eine von seinen Flächen. Alsdann nähert man ihm ein Paar Korkkugeln, welche mit einer Fläche verbunden sind, von der man weiß, daß sie positiv oder negativ geladen sey. Werden die positiven oder negativen Kugeln zurückgestoßen, so ist die Elektricität positiv oder negativ; werden sie aber angezogen, so ist sie der Elektricität der Kugeln entgegengesetzt. Wenn die elektrische Materie nur in sehr geringer Menge gesammelt ist, so ist das Elektroscop des Herrn Bennet, meiner Meynung nach, das beste unter allen. Allein die Beschreibung, die ich davon im Anfange meiner Vorlesung zu geben genöthiget war, geht etwas von der Beschreibung des Verfassers ab.

Erstlich, die Goldstreifen müssen, nach seiner Angabe, die Gestalt eines Dreyecks haben, dessen Basis fest gemacht ist, dessen Spitze aber herunterhängt. Ich habe immer Streifen von rechtwinklichter Gestalt vorgezogen, und das herunterhängende Ende lieber breiter seyn lassen, als das festgemachte; denn mir scheint es besser, wenn die Fläche, wo der Einfluß am stärksten, d. h. an der Stelle, welche von dem Befestigungspunkte am entferntesten ist, die beträchtlichste Größe hat.

Zwey-

Zweytens, an die Stelle der Haube von Metall, deren sich Herr Bennet bedient, bringe ich eine Scheibe von Siegellack, durch deren Mittelpunkt eine Röhre geht. In dieser Röhre steckt ein Draht, an dessen einem Ende der Streifen, an dem andern hingegen ein Stück Meßing befestigt ist, auf welches man eine Kugel, eine Scheibe, oder etwas der Art, so wie es die bey einem Versuche vorkommenden Umstände erfordern, aufpassen kann. Vermöge dieser Einrichtung wird das Isoliren weit vollkommner, mithin hat man nicht nöthig, die Seiten des Glases abzuwischen, wo das gelindeste Reiben Elektricität hervorbringt. Nach Herrn Bennet's Vorschrift geht der Rand der metallenen Haube über die Seiten des Glases weg, damit der Staub nicht daran kommen kann. Allein dieß hilft hier nichts; denn die an der inwendigen Seite angehäufte elektrische Materie äußert, so gering sie auch seyn mag, Anziehungskraft, und diese sammelt Staubtheilchen nach allen Richtungen.

Herrn Bennet's Elektroscop läßt sich nicht leicht bewegen; denn die Goldblattstreifen werden durch die geringste Erschütterung des Glases verdorben. Wenn Sie also ein Instrument dieser Art haben wollten, das Sie in die Tasche stecken könnten, so würde ich Ihnen das von Herrn Cavallo erfundene als das zweckmäßigste vorschlagen. Die Empfindlichkeit desselben wird noch verstärkt, wenn man die Korkkugeln nicht an Silberdräthe befestigt, sondern, wie Herr Read, an Flachsfäden aufhängt.

Fig. 55. Taf. 2.

A B C D ist eine kleine Flasche, etwa zwey Zoll lang, und ¼ Zoll weit. E ist eine meßingene Kappe, welche den Hals der Flasche bedeckt. C D ist ein Stück Metall, welches unten an die Flasche angekittet ist; es

macht

macht einen Theil der Büchse aus, in welcher man das Instrument in der Tasche trägt *). Zinnfolie an die Seiten des Glases zu befestigen, habe ich sowohl bey diesem Instrumente, als auch bey dem Elektroscop des Herrn Bennet für unnöthig befunden. Die beyden Flachsfaden, an welchen die Kugeln hängen, werden auf folgende Weise bereitet.

Man nimmt den Flachs, so wie er von der Hechel kömmt, und spaltet ihn so fein, daß er fast in der Luft fliegt. In diesem Zustande hängt man den Faden, mit zwey Gewichten an seinen untern Enden, auf. Den so ausgedehnten Faden zieht man zwischen die Finger durch, die man zuvor mit Leim bestrichen hat, und streift, wenn der Leim trocken ist, die Gewichte ab. Nach dieser Vorbereitung befestigt man zwey Stücken von den Fäden an die Korkkugeln bey C und D, und nun kann man sie in der Flasche ohne Gefahr bewegen.

Die Werkzeuge, welche man zu Beobachtung der natürlichen Elektricität ausgedacht hat, sind eben so verschieden, als die, welche sich mit diesem Gegenstande beschäftigt haben.

Das allereinfachste ist eine gewöhnliche Angelruthe, welche man zu dem Fenster eines Hauses in die Atmosphäre hinaus hält. An dem einen Ende ist sie mit einer Menge metallener Spitzen versehen, und diese sind mit dem andern Ende der Angelruthe durch einen Drath, der inwendig durch sie durchgeht, verbunden. Eine solche Angelruthe läßt sich leicht isoliren, wenn

*) Eine umständlichere und genauere Beschreibung von diesem Instrumente findet man in Cavallo Abhandl. der Lehre von der Elektric. II. B. S. 19. u. f. A. d. U.

wenn man den Theil, der in das Haus hinein geht, auf ein gläsernes Stativ befestigt. Mittelst dieses Apparates wird, wenn die geringste Veränderung in der Luft vorgeht, so viel elektrische Materie gesammelt, daß die Goldblattstreifen in einer beträchtlichen Entfernung davon mit solcher Gewalt von einander gehen, daß sie in Stücken zerreißen. An das isolirte Ende der Angelruthe muß man eine metallene Kugel befestigen, und nicht weit davon immer eine Leidner Flasche stehen haben, nebst dem übrigen Apparate, welcher zu Untersuchung der Beschaffenheit der gesammelten Elektricität erfordert wird; auch muß man an der Stelle, wo man Beobachtungen anstellen will, einen Drath haben, der mit einem Brunnen, oder mit dem metallenen Rohre, wodurch dem Hause das Wasser zugeführt wird, verbunden ist.

Soll der Leiter beständig wirksam seyn, so ist es am besten, wenn man ihn gerade in die Höhe richtet. Denn so läßt er sich am besten befestigen, und auch an einer Stelle anbringen, wo er ohne Nachtheil beständig stehen bleiben kann.

Fig. 56. Taf. 2.

AB ist ein Glasstab, wenigstens vierzehen Zoll lang. Er ist an einen hölzernen Stab befestigt, dessen Länge man nach Gefallen bestimmen kann. Dieser letztere nun ruhet auf einem starken Isolator EF, welcher inwendig in dem Hause festgemacht ist. ACD ist ein überzinnter Trichter, welcher dazu dient, den Glasstab AB zu bedecken. An der Spitze ist er mit mehrern divergirenden metallenen Spitzen versehen. DG ist eine metallene Verbindung, vermöge deren die elektrische Materie von dem Trichter nach H hingeleitet wird,

wo

wo man sie untersuchen kann. Nach mehrern Versuchen des Herrn Brooke, die er mit Leitern von verschiedener Länge angestellt hat, ergiebt sich, daß, wofern nur ACD gut isolirt ist, die Höhe desselben eben nicht in Betrachtung kömmt. Ich würde daher rathen, es so zu stellen, daß man ohne Schwierigkeit zu dem Isolator kommen, und ihn abwischen könnte. Sollte die hölzerne Stange BE durch eine Oeffnung im Dache des Hauses gehen können, so ließe sich EF an die Diele auf den Boden anschrauben, und der Drath DG durch eine Oeffnung in der Decke in ein unteres Zimmer führen. Allein wenn dieß nicht füglich angeht, so kann auch der Drath DG in der Luft fortgehen, und durch ein Fenster in ein unteres Zimmer geleitet werden.

Herr Read und Herr Bennet empfehlen bey schwachen Spuren von Elektricität, den Gebrauch einer Fackel, welche oben am Ende des Leiters befestigt werden soll. Allein die Fackel ist selbst hinreichend, Elektricität hervor zu bringen, und wir können daher, wenn wir das für natürliche Elektricität ansehen, was eigentlich durch Kunst hervorgebracht worden ist, in große Irrthümer gerathen.

Ich hatte anfangs die Absicht, Ihnen mehrere Versuche bekannt zu machen, welche dazu dienen sollten, Ihnen die Verbindung der Elektricität mit der Chemie zu zeigen. Allein es mag genug seyn, wenn ich Ihnen den hierzu erforderlichen Apparat, die einzelnen Theile desselben, und die Art und Weise, wie man ihn gebrauchen muß, beschreibe. Die mancherley Thatsachen, deren ich mehrere zu beobachten Gelegenheit gehabt habe, gehören eigentlich nicht hierher.

II. Chemisch-elektrischer Apparat.

Wenn man die elektrische Materie zu Hervorbringung von Zersetzungen und neuen Verbindungen gebrauchen will, so muß sie in großer Menge angehäuft werden; je nachdem wir nun die elektrische Kraft mehr oder weniger im Großen anwenden, je nachdem erhalten wir auch mehr oder weniger bestimmte und entscheidende Resultate. Niemand sollte daher die Verbindung der Elektricität mit der Chemie zu untersuchen wagen, der nicht, eine große gut eingerichtete Batterie, einen gehörigen Auslader und alle die Werkzeuge besäße, welche ich zu einem vollkommenen Verbindungskreis als nothwendig angegeben habe. Sein Apparat muß überdieß so mannigfaltig seyn, als es die Natur der Körper, über die er Versuche anstellen will, erfordert. Flüßige Körper verlangen einen ganz andern Apparat, als feste. Einige Körper wiederum, flüssige sowohl, als feste, müssen ganz anders untersucht werden, als andere.

Wenn man die Eigenschaften von flüssigen Körpern untersuchen will, so sind besondere Verfahrungsarten nothwendig:

1) Mit den verschiedenen Luftgattungen.
2) Mit Wasser, Weingeist und Aether.
3) Mit Oelen.
4) Mit Säuren.
5) Mit Queckſilber.

Man muß hier bemerken, daß, so wie in der Chemie bey Anwendung der Wärme drey verschiedene Körper wirksam sind, so wird man auch bey Anwendung der elektrischen Materie nicht nur die Veränderung in Betrachtung ziehen müssen, welche sie in dem Körper, auf den sie wirken soll, hervorbringt, sondern auch auf die Verände-

änderung, welche sie in dem Körper, der sie fortleitet, und in dem Medium, welches den Theil des Verbindungskreises umgiebt, wo die Explosion am heftigsten ist, veranlaßt. Wenn ich z. B. die Ladung einer Batterie durch Schwefel gehen lasse, so wirkt hier die elektrische Materie auf das leitende Metall, entzündet den Schwefel, und verunreinigt zugleich die Luft, welche den Schwefel umgiebt.

I. Apparat für verschiedene Luftgattungen.

Fig. 57. Taf. 2.

AB ist eine Röhre etwa sechs Zoll lang, einen halben Zoll weit, und so cylindrisch, als möglich. Auf das obere Ende derselben ist die eiserne Kappe CD aufgepaßt, welche auf beyden Seiten mit zwey eingeschraubten Zähnen versehen ist, die mit den Blasen E und F in Verbindung stehen. Durch den Deckel, welcher oben auf die eiserne Kappe CD aufgeschraubt ist, geht eine Thermometerröhre in den hohlen Theil der Röhre AB hinein. I und H sind die leitenden Dräthe, und diese müssen jederzeit von Gold gemacht werden, weil die Gewalt des Schlages einer Batterie auf dieses Metall am wenigsten zu wirken vermag. B ist eine Art von Stöpsel, den ich von Baumwolle mache, die ich um einen eisernen Drath herumwickele; besser aber wäre es, wenn man ihn von Kork machte, der so abgedrehet wäre, daß er in die Oeffnung der Röhre, welche zu diesem Behuf völlig cylindrisch seyn müßte, genau paßte. Mit diesem Instrumente verfährt man auf folgende Weise: Man nimmt den Deckel von der eisernen Kappe ab, und schiebt den Stöpsel herauf bis über die Oeffnungen der Hähne. Hierauf schraubt man den Deckel wieder auf, so, daß er völlig luftdicht ist, und

öffnet den Hahn von der Blase, welche die erforderliche Luft enthält. Wenn man nun den Stöpsel herunterzieht, so geht die Luft aus der Blase heraus, und nimmt das Vacuum ein, welches durch das Herunterziehen des Stöpsels hervorgebracht worden ist, dessen Entfernung nach der Schlagweite bestimmt werden muß. Die elektrische Materie wird von einem dünnen Drathe fortgeleitet, welcher durch die Oeffnung der Thermometerröhre durchgeht. Den Kütt, der die Röhre luftdicht macht, ehe man den Stöpsel herunterzieht, kann man nachher abnehmen, und den Drath hineinschieben und herausziehen, ohne Gefahr, viel Luft zu verlieren. Wenn man nun den Funken oder Schlag mehreremale durch die Luft hat durchgehen lassen, so wird der Stöpsel, den man zu dem Ende hinaufschiebt, die Luft in ihrem veränderten Zustande in die andere von den beyden Blasen treiben, welche in dieser Absicht leer gelassen und geöffnet worden ist. Hierauf ziehet man nun neue Luft aus der andern Blase, und wiederholt das nähmliche Verfahren so lange, bis die sämmtliche Luft diese Behandlung erfahren hat, oder bis die Blase, welche die erforderliche Luft enthält, leer ist. Wollte man dieses Verfahren von neuem anfangen und noch länger fortsetzen, so sieht man leicht, daß man die Blasen nach Gefallen wieder füllen und ausleeren könnte.

II. Apparat für Wasser, Weingeist und Oel.

Fig. 58. Taf. 2.

Läßt man den Schlag von einer Spitze zur andern in Wasser, das in einer Glasröhre eingeschlossen ist, gehen, so zerbricht das Glas, auch wenn es drey Zoll stark seyn sollte. Der in dieser Figur vorgestellte Apparat soll dazu dienen, diesem Uebel abzuhelfen. A ist eine

Glas-

Glasröhre, drey Zoll lang, und einen halben Zoll im Durchmesser. Sie ist in ein cylindrisches Stück Holz B C eingekittet, welches durch und durch gebohrt ist, und zwar beträgt der Durchmesser von dieser gemachten Oeffnung gerade so viel, als der Durchmesser der Röhre. Oben durch das Holz geht an der Seite desselben eine Thermometerröhre bis nach H, in welcher, wie in der vorhergehenden Figur, ein Drath steckt. Durch den Boden des Holzes geht ein anderer Drath, bis nach I, so, daß er ¼ Zoll von H entfernt ist. Der Schlag äussert seine größte Wirkung in dem Raume zwischen den beyden Spitzen, und die Blasen, die hier entstehen, steigen durch das Wasser in den obern Theil der Röhre A. Wenn man sich nicht bey H der Thermometerröhre bedient, so findet kein hinlängliches Isoliren statt, um den Schlag zu verhindern, lieber längst dem Holze hin, als durch das Wasser, oder Weingeist, von einem Drathe zum andern überzugehen.

III. Apparat für Säuren.

Fig. 59. Taf. 2.

A B ist eine Röhre, acht Zoll lang und einen halben Zoll weit. Oben ist sie mit einer Kappe verschlossen, durch welche eine Thermometerröhre geht, die mit einem Golddrathe, der sich in G endigt, umwunden ist. Das übrige Stück von der Thermometerröhre ist mit Säure bedeckt. E ist die Spitze von einem andern Golddrathe, welcher durch das Wasser geht, in dem die Röhre umgestürzt ist. In diesem Falle geht die elektrische Materie von G durch die Säure an der Seite der Thermometerröhre, und in der Luft in der Röhre A B wird dadurch die größte merkliche Verän-

de-

änderung hervorgebracht. Oft habe ich auch eine gekrümmte Röhre gebraucht, diese mit Säure gefüllt, so, daß nur noch eine Luftblase blieb, und durch die letztere den Schlag gehen lassen. Allein die geringe leitende Kraft der Säure unter diesen Umständen ließ mich nicht ohne viele Beschwerlichkeit einen so starken Schlag anwenden, als zu Hervorbringung einiger merklichen Veränderung erforderlich war. Die Resultate der Versuche mit Säuren, die man mit Hülfe dieses Instrumentes erhält, sind sehr verschieden, wenn man verschiedene Luftgattungen in die Röhre bringt.

IV. Apparat zu festen Körpern.

Wenn sich der feste Körper zu Pulver reiben läßt, so muß man ihn fest in eine Röhre eindrücken, und einer von den leitenden Dräthen muß gerade über der Oberfläche zu liegen kommen, damit die Luft mit der elektrischen Materie zugleich wirken könne. Die leitenden Dräthe müssen einander bis auf die leuchtende Schlagweite genähert werden. Die Röhre muß verschlossen seyn; denn die Luft erleidet eben sowohl einige Veränderung, als der Körper selbst, und in verschiedenen Luftgattungen fallen die Resultate verschieden aus. Salze kann man untersuchen, wenn man sie erst im Wasser auflöset, und dann den Schlag durch dieses Wasser gehen läßt. Metalle geben unendlich verschiedene Resultate, wenn man die elektrische Materie auf sie wirken läßt. Man kann seine Dräthe von ihnen an kleine Haken von H und I (S. Fig. 57,) in der Röhre A B hängen, welche mit irgend einer Flüssigkeit gefüllt ist, und auf diese Weise die Wirkung des elektrischen Schlages auf Metall in dieser Flüssigkeit untersuchen.

Um

Um Dräthe in verschiedenen Luftgattungen zu schmelzen oder zu zersetzen, verfahre ich auf folgende Art: — Ich schiebe das Pistill in Fig. 57. hinauf, so, daß der kleine Haken an I über die Oeffnung des Hakens zu liegen kömmt; dann binde ich den Drath von dem erforderlichen Metall an den Haken, und schraube den eisernen Deckel auf, an dessen Thermometerröhre der Drath ebenfalls fest gemacht ist. Wenn ich nun das Pistill wieder herunterziehe, so kömmt der Drath in eine feste Lage, und die erforderliche Luft dringt in den hohlen Theil ein. Nach der Entladung kann man die durch den Versuch veränderte Luft in eine von den beyden Blasen treiben, und man wird das Metall, oder die Ueberreste davon oben auf dem Pistill finden. Es ist klar, daß man dieses Verfahren in der nähmlichen Luft unzähligemal wiederholen, und auf diese Weise das Maximum von dieser Wirkung leicht und mit Genauigkeit bestimmen kann.

Wenn man statt der Luft, Oel oder andere Flüssigkeiten nimmt, kann man diese Versuche über die Metalle mit großer Leichtigkeit abändern. Wirklich geben diese Versuche mit dem ganzen Apparate, den ich jetzt beschrieben habe, wenn man sie gehörig abändert, Stoff zur Beschäftigung und Thätigkeit ein ganzes Leben hindurch.

Verbesserungen.

S. 69. Z. 16. Bewly ließ Bewley.
S. 94. Z. 23. Meßingscheiben herumdrehen lassen, l. Meßingscheibe herumdrehen läßt.
S. 121. Z. 33. DM l. LM.
S. 138. Z. 16. schwächte l. schwächt.
S. 153. Z. 27. durch ihr gehende l. durch sie gehende.
S. 154. Z. 22. Henley l. Henly.
S. 170. Z. 3. Gerichts l. Gewichts.
S. 179. Z. 8. nothwendiger l. nachtheiliger.
S. 220. Z. 32. ein Theil l. ein Theilen.

Digitized by Google

Fig 12

Fig 1

Fi

A
B
C

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google